

輸送サービスから見たコンテナ船の寄港回数の減少 及び寄港誘致に関する研究

著者	青木 潤
学位授与機関	東京海洋大学
学位授与年度	2016
URL	http://id.nii.ac.jp/1342/00001405/

修士学位論文

輸送サービスから見たコンテナ船の寄港
回数の減少及び寄港誘致に関する研究

平成 28 年度

(2017 年 3 月)

東京海洋大学大学院

海洋科学技術研究科

海運ロジスティクス専攻

青木 潤

目次

1.	はじめに	1
1.1	研究背景	1
1.2	研究目的	1
2.	既存研究と国際コンテナ戦略港湾政策	2
2.1	既存研究	2
2.2	国際コンテナ戦略港湾政策	8
3.	研究対象	11
3.1	対象航路と使用するデータ	11
3.2	東アジア-北米西岸航路の概要	13
3.3	日本の港湾における寄港回数の減少	14
4.	輸送サービスにおける1サイクル時間と必要隻数	15
4.1	1サイクル時間の定式化	15
4.2	必要隻数の算出方法	16
5.	1サイクル時間と必要隻数の感度分析	17
5.1	前提条件	17
5.2	船型と1サイクル時間	19
5.3	船型と必要隻数の関係	20
5.4	寄港回数と1サイクル時間の関係	20
5.5	寄港回数と必要隻数の関係	21
6.	輸送費用から見た寄港回数の減少の原因分析	23
6.1	輸送費用の定式化	23
6.2	船型と輸送費用の関係	24
6.3	寄港回数の減少による輸送費用の削減	25
7.	寄港誘致のための削減時間と集貨量の検討	26
7.1	検討内容の説明	26
7.2	基幹航路の寄港誘致の可能性	27
7.3	寄港誘致対策としての荷役・入出港時間の短縮	29
7.4	寄港誘致のための必要貨物量の推定	31
7.4.1	必要貨物量の推定方法	31
7.4.2	寄港便数を増加させた場合の必要貨物量の推定結果	33
7.4.3	大型化が進行した場合の必要貨物量の推定結果	36
7.5	国際コンテナ戦略港湾政策と検討結果の比較	40
8.	減速航海への応用	42
8.1	減速航海の背景	42
8.2	減速航海と1TEU当たりの輸送費用の関係	44
9.	おわりに	45
9.1	本研究のまとめ	45

9.2 今後の課題	47
謝辞	48
参考文献	49

1. はじめに

1.1 研究背景

近年、世界各国で産業の発展や産業のグローバル化が進行し、それに伴って海上コンテナ荷動き量が増加している。そのため、世界の港湾においてその取扱量が増加してきているが、日本の港湾における取扱量の伸びは小さく、急伸するアジア諸港と比較してその相対的地位が低下している⁽¹⁾。

また、コンテナ船の船型の大型化が急速に進行し、基幹航路における寄港回数が減少してきている⁽¹⁾。日本の港湾においては、基幹航路のコンテナ船に寄港が減少してきており、寄港していた時と比較しフィーダー輸送や積み替えにかかるコスト等の物流コストの上昇、さらにはリードタイムの増加による在庫の増大が問題となっている。これにより、国内物価の上昇や輸出産業への影響が懸念されている。特に、基幹航路の1つである北米航路においてアジアの東端に位置する日本の港湾は、立地という視点においてハブ港としての優位性を持っているにも関わらず、近隣のアジア諸港の港湾よりも相対的な地位を下げている。

これらの問題に対し、国土交通省は戦略港湾政策を策定し、ハブ機能の強化やコストの削減、サービスの向上を図っている。現在までに、2002年にスーパー中枢港湾政策⁽²⁾、2010年に国際コンテナ戦略港湾政策⁽³⁾を策定し、実施してきた。具体的には、広域からの貨物の集荷、港湾設備のための資金補助や港湾使用の際の税制優遇等が行われている。

しかし、1998年から基幹航路の寄港は減少を続けており⁽¹⁾、十分な効果が現れていない。このような中、基幹航路の寄港増加に関係する多くの研究が行われており、例えば、大型船が寄港しやすいための港湾の設計や設備の支援に関する研究⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾や、取扱量の増加に繋がるコンテナターミナルにおけるオペレーションの効率化等の研究⁽⁷⁾が行われている。しかし、先の政策も含めてこれらの研究では、そもそもコンテナ船の大型化に伴い、なぜ、寄港回数が減少しているのか、そして、なぜ基幹航路が相対的に日本の港に寄港しなくなっているのか因果関係の分析が十分になされていない。例えば、コンテナ貨物の取扱量と基幹航路の寄港との関係は明確に分析されておらず、定性的な関係認識に留まっている。このためコンテナ貨物をどの程度さらに集荷すれば大型のコンテナ船が就航する基幹航路の寄港が実現するのか、その政策目標の設定や現状の取組の評価が明確にできない状況となっている。

1.2 研究目的

そこで本研究では、大型コンテナ船の就航に伴う基幹航路の寄港回数の減少を対象にその原因を明らかにし、寄港誘致政策で必要な2つの目標値を求めることを目的とする。具体的には、輸送サービスの特性を考慮した荷役時間・入出港時間の削減値と、コンテナ取扱量の必要集荷量である。そのために輸送サービスを構成するコンテナ船の船型、隻数、航海距離、寄港回数等の構成要素間の関係をモデル化する。そして、1TEU当たりにかかる輸送費用から寄港回数の減少の原因を分析する。また、コンテナ取扱量が急伸している東アジア諸港の港湾と日本の港湾における輸送サービスとコンテナ取扱量を比較し、寄港誘致のために必要なコンテナ取扱量について検討を行う。最後に、政策目標と現状の輸送サービスを比較し、政策目標を達成するための必要集荷量を算出する。

2. 既存研究と国際コンテナ戦略港湾政策

2.1 既存研究

基幹航路の寄港回数の減少の問題については、港湾の国際競争力強化という観点の研究で多く言及されている。荷主及び船会社が利用しやすい港湾の運営や、港湾の整備、取扱能力の向上が検討されている。そこで、[メガシップの就航と港湾整備]、[港湾の運営]、[港湾政策]、[港湾利用者]の4つの観点からの研究について、現状の背景を含めて紹介を行う。

[メガシップの就航と港湾整備]

コンテナ船の船型の大型化が急激に進展しているため、大型化した船舶の寄港に対応するための港湾の整備が必要となってきた。

図 2.1 に世界のコンテナ船の最大船型の推移と日本の港湾の最大水深⁽¹⁾を示す。また、表 2.1 に世界の主要港と日本の主要港を比較したコンテナターミナルの整備状況⁽¹⁾を示す。

図 2.1 から、2000 年以降において急激に大型化が進行していることがわかる。2015 年時点で就航しているコンテナ船の最大船型は 19224TEU（船名:MSC OSCAR）であり、この大きさのコンテナ船が寄港するためには水深 18m 以上の岸壁が必要となる。現状、日本の港湾において水深 18m の岸壁は横浜港の 1 バースのみしかない。表 2.1 から、日本の主要港湾は 8000TEU 以上の大型船が寄港できる水深 16m 以上のバースが他国より少なく、港湾整備が遅れていることがわかる。今後もコンテナ船の大型化が進展することを考えると、港湾整備が必要であると言える。

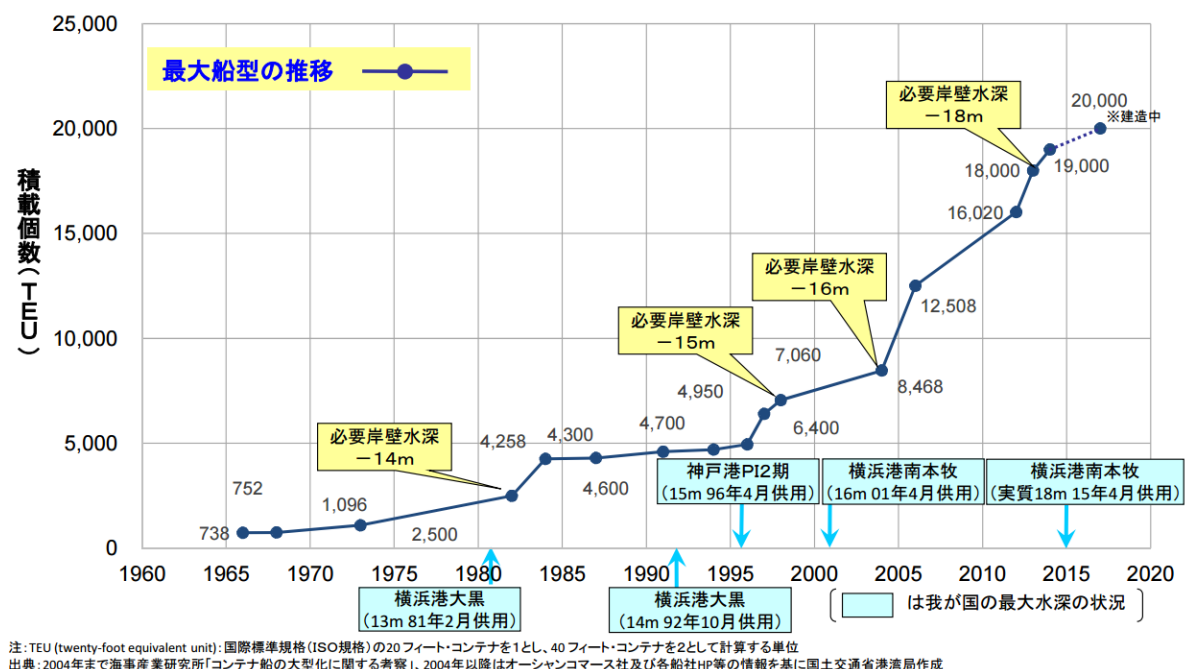


図 2.1 最大船型の推移と日本の港湾の最大水深⁽¹⁾

表 2.1 コンテナターミナルの整備状況⁽¹⁾

国名	港湾名	水深16m以上の岸壁		2013年コンテナ取扱個数 〔左列：万TEU、右列：順位〕 (※括弧書きは2014年の個数と順位)	
			整備中		
日本	東京	0バース	2バース ^{※1}	(489万TEU)	(28位)
	横浜	6バース	1バース	(288万TEU)	(48位)
	大阪	0バース	1バース ^{※2}	(244万TEU)	(60位)
	神戸	0バース	6バース ^{※3}	(260万TEU)	(56位)
韓国	釜山	21バース		1,769万TEU	5位
	光陽	7バース		215万TEU	
中国	上海	16バース		3,364万TEU	1位
シンガポール	シンガポール	23バース ^{※4}		3,258万TEU	2位
オランダ	ロッテルダム	5,370m ^{※5}		1,162万TEU	11位
ドイツ	ハンブルク	4バース		926万TEU	15位
	ブレーマーハーフェン	15バース ^{※4}		584万TEU	25位
フランス	ルアーブル	6バース			
イギリス	フェリクストウ	2バース		370万TEU	37位
アメリカ	ロサンゼルス	13バース ^{※4}		787万TEU	19位
	ロングビーチ	4バース		673万TEU	21位

※1：うち1バースを2016年度までに整備予定。

※2：航路水深14mで暫定供用中。整備完了は2017年度以降を予定。

※3：うち4バースは岸壁水深15mで暫定供用中。これを含み2016年度までに5バースを整備予定。

※4：最大水深は16mだが、16m未満のバースが含まれている可能性がある。

※5：バース数が不明なため、バース延長を記載している。

出典：各港HP、港湾管理者ヒアリング等に基づく国土交通省港湾局調べ（日本は2015年6月時点、海外各港は2013年4月時点）。

コンテナ取扱個数、順位は『CONTAINERISATION INTERNATIONAL DATA』

そこで、大型船寄港のための港湾整備に関する研究がなされている。例えば小泉(2011)⁽⁴⁾らは、釜山港を代表とする海外の超大型コンテナターミナルを有する6港湾を対象に分析を行い、釜山港やロッテルダム港等は将来の超大型コンテナ船の就航に合わせて増深、拡張のできるコンテナターミナルの設計がされているということを示している。そのため、我が国においても設計段階から、将来のコンテナ船の大型化した船型を考慮したコンテナターミナルの構造が必要であると述べている。赤倉ら⁽⁶⁾は、日本のコンテナターミナルを効率的に整備、運営していくためには寄港船の船型動向を把握する必要があるとし、日本に寄港するコンテナ船の航路別の将来船型の試算を行っている。試算を行った前提条件の下では、全ての日本に寄港する各航路において、船型の大型化が想定されると述べている。また、メガシップの就航の可能性の検討として、輸送費用の視点から次のような研究がなされている。花岡ら⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾は船型別に寄港パターンのシナリオを作成し輸送費用の計算を行っている。そして、メガシップの輸送費用がポストパナマックス船より低いケースは少なくなく、メガシップは十分就航可能性があると述べている。また、輸送費用の中では荷役費の影響が大きいと、京浜港に寄港するよりも高雄港や釜山港に寄港する方が費用は小さくなると述べている。黒川ら⁽¹²⁾は荷主、船社の双方のモデルを合わせた船型戦略モデルを構築し、船型の大型化、小型化が収益に与える影響を検討している。そして、規模の経済性によるコストの低減が、大型化の魅力であると述べている。

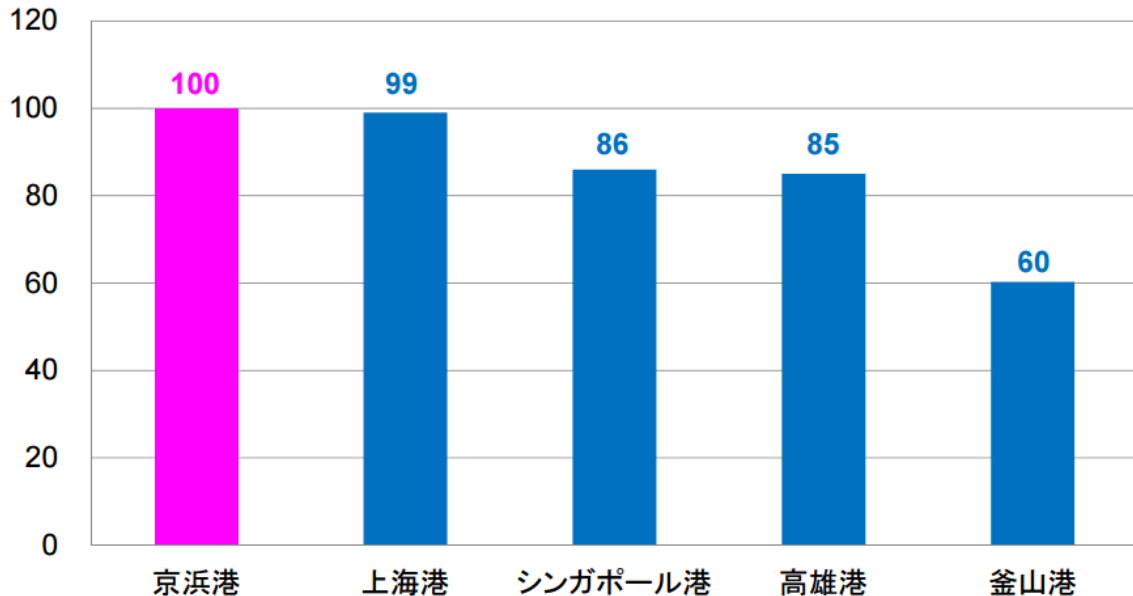
[港湾の運営]

港湾の国際競争力強化を図るためには、船舶が寄港しやすいように、港湾の安く速いサービスの提供が必要である。図 2.2 にコンテナ取扱料金の比較⁽¹⁾を示す。また、図 2.3 に輸入通関手続の所要時間調査集計結果⁽¹³⁾を示す。図 2.2 から日本の港湾におけるコンテナ取扱料金は、アジアの主要港に比べて高いことがわかる。製造業等にとっては物流コストが高くなることで、製品単価の上昇や利益率の低下に繋がることが考えられる。また、近年 SCM が浸透してきている中で、リードタイムの短縮が物流効率化のためには不可欠である。図 2.3 より輸入通関手続きにかかる時間は減少しており、リードタイムは短くなっている。しかし、時間の内訳を見ると、入港から搬入の時間数は近年において増加していることがわかる。入港から搬入の間の時間の中には、船舶からコンテナターミナルへの荷役作業があるため、更なる時間の短縮を図るためには、コンテナターミナルの運営の効率化が必要であると言える。

そこで、効率的なコンテナターミナルの運営について研究がなされている。例えば西村(2004)⁽⁷⁾らは、コンテナ船の大型化による取り扱い貨物量の増加と、マルチユーザーターミナルによる荷役時間の増加の問題に対し、数値実験を行ってヤードトレーラーの台数を増やさずに荷役時間を抑えるルーチング計画を提案している。分析結果として研究において仮定した条件の下では、メガシップにおいては荷役時間を 17.7%の削減が可能であると述べている。

平成23年(2011年)におけるコンテナ取扱料金

(40フィートコンテナ1個あたり 京浜港=100とした場合)



※コンテナ取扱料金は、港湾利用者に対するヒアリング結果(平成23年)による。

※1US\$=100円(日本銀行基準外国為替相場)を用いて換算。

図 2.2 コンテナ取扱料金の比較⁽¹⁾

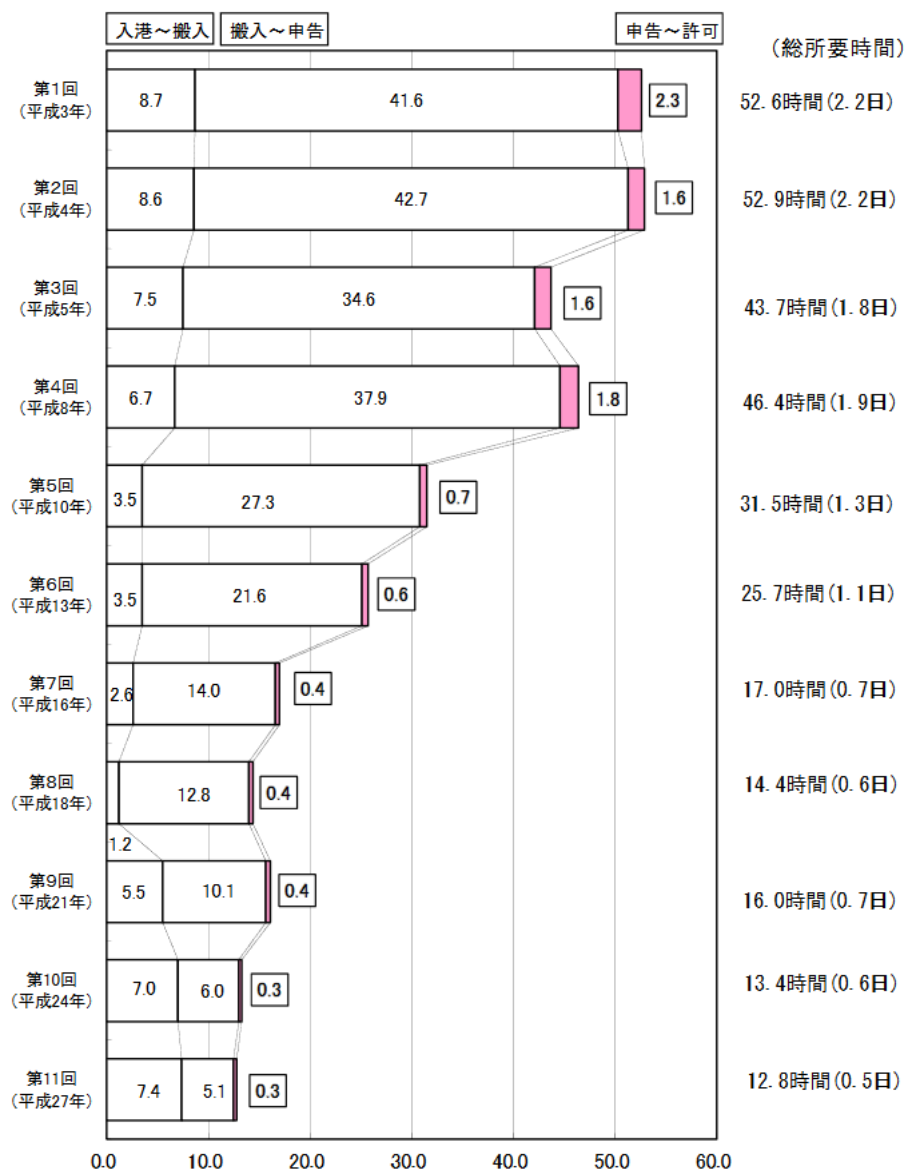


図 2.3 輸入通関手続の所要時間調査集計結果⁽¹³⁾

[港湾政策]

日本の港湾の競争力強化を図るために、国土交通省はスーパー中枢港湾政策、国際コンテナ戦略港湾政策を行ってきた。これらの政策に対し、次のような研究がなされている。

小野(2006)⁽⁵⁾は、スーパー中枢港湾政策が目指す民間事業者による大規模コンテナターミナルの運営が実現できると、アジア近隣のハブ港との競争が可能な構造が形成され、これまでの1.6倍を超える高い経済効果が得られることを分析の結果で示している。また、この実現のための税制優遇措置等の金融面の政策は、民間事業者のターミナル運営の安定性の確保と民間資金の誘導上有効なものであるということを述べている。しかし、今後スーパー中枢港湾における大規模コンテナターミナル運営が実現化するためには、認定運営者（スーパー中枢港湾に指定された港湾）に出資又は事業協力する港運業者の荷役作業の円滑な共同化の実施や関連する港湾管理者の適切なターミナル競争環境の整備が不可欠であると述べている。

竹内(2013)⁽⁸⁾は、港湾政策の狙いが不明瞭であるとし、日本の港がハブ港湾としての競争力を高めるために、トランシップ貨物集荷の可能性のある港湾と港湾の利用の特徴を明らかにしている。そして、日本の港湾開発に関する考察を行っている。その中で、京浜港は北米と東アジアのつながりにおいて貨物の集散地点となっており、地理的優位性からトランシップ貨物の集荷の可能性が強いと述べている。そして分析結果から、日本の港湾はコンテナ船の寄港頻度は少なくないが一度の貨物の取扱量が少ない港湾であることがわかり、日本の港湾は貨物集荷を対応すべき課題として挙げている。そのために、京浜港1港に集中して貨物を集めるべきであると述べている。また、日本の港湾は寄港船舶の就航地域、船型、岸壁水深の構成において釜山港や高雄港と類似した特徴を持っており、港湾政策を立案していく上では釜山港、高雄港を参考にしていくべきであると述べている。

[港湾利用者]

港湾利用者である、船社・荷主の双方の視点を考慮した研究がなされている。船社と荷主の双方の視点から、輸送サービスを提供又は利用する上での考慮すべき費用を検討し、双方にとって良い輸送サービスを提示している。日本の港湾に寄港する輸送サービスが、良いものとなればコンテナ取扱量の増加や、寄港する船舶の増加が見込まれる。

川口(2008)⁽⁹⁾は、船社がコスト削減だけではなく、ロジスティクスという視点を持って新たなビジネスの創造をしていかなければならないと主張し、荷主の視点に立った輸送サービスが必要だと述べている。そこで、荷主の保管活動を考慮に入れた船社の輸送サービスを考え、船社、荷主双方の収支構造をモデル化した。そして、荷主の視点として保管費を算出し、船社の採るべき輸送サービスを提案している。船社と荷主が単純に輸送費のみを考えるのではなく、広く物流費として捉えることによって、全体として利益が出せることがわかったと述べている。その為に、船社は船型および寄港頻度を、荷主の保管費の大小、燃料費の大小、輸送距離の遠近、更にそれらの組み合わせによって変更し、提案することが出来るということを述べている。

以上のように、港湾の国際競争力強化のためには[メガシップの就航と港湾整備]から[港湾利用者]の視点まで、非常に幅広い研究がなされている。しかし、これらの内容は港湾の国際競争力強化のための検討であるが、どれも寄港する輸送サービスの増加やコンテナ取扱量の増加に繋がることが明らかにされておらず、因果関係が示されていない。そのため、政策においてどの程度の対策が必要なのかということが明確になっていない状態となっている。

また、基幹航路における寄港回数の減少についても、なぜ減少しているのかという議論は少なく、原因分析という視点から見ると定性的な記述になっており、定量的な分析がされていない。特に、船型の変化が就航隻数や寄港回数に与える影響については十分な検討がなされていない。

2.2 国際コンテナ戦略港湾政策

日本の港湾の国際競争力強化を図るため、国土交通省は 2002 年にスーパー中枢港湾政策⁽²⁾、2010 年に国際コンテナ戦略港湾政策⁽¹⁾を策定してきた。国際コンテナ戦略港湾政策では、京浜港（東京港、横浜港、川崎港）、阪神港（大阪港、神戸港）の 5 港を「国際コンテナ戦略港湾」として選定している。これらの政策では、釜山港等のハブ港湾を目標とし、コンテナ取扱量の増加や基幹航路の維持・拡大、大水深岸壁の整備に関する様々な取り組みを行っている。図 2.4 に国際コンテナ戦略港湾の選定結果と国際コンテナ戦略港湾政策の概要⁽¹⁴⁾を示す。



図 2.4 国際コンテナ戦略港湾政策の概要⁽¹⁴⁾

図 2.4 に示す通り、国際基幹航路の我が国への寄港を維持・拡大することを目的とし、具体的な目標としては、「平成 31 年までに国際コンテナ戦略港湾に寄港する欧州基幹航路を週 3 便に増やし、北米航路のデイリー寄港を維持・拡大する」としている。我が国の港

湾の課題を、ハブ港の機能強化を積極的に図ってきた釜山港と比較し次の3つにまとめている。

- ① 釜山港では、釜山港湾公社（国 100%出資会社）が中心となり、大規模かつ多種多様な積替え、集貨支援策を実施している→日本の港湾の「集貨力不足」
- ② 釜山港では、用地価格（賃貸料）の低廉化、法人税・所得税一定期間免除など手厚い税制優遇政策等により、流通加工企業の誘致を進めており、我が国港湾はロジスティクスハブ機能の面で大きく後れをとっている→日本の港湾の「創貨力不足」
- ③ わが国港湾では、釜山港等に比べコンテナターミナルの岸壁水深や、ヤードの広さにおいて、大型コンテナ船への対応が不十分ある→日本の港湾の「港の競争力不足」

これらの3つの課題に対し、国際コンテナ戦略港湾政策の中での施策として次の3つを行っている。

① 国際コンテナ戦略港湾への「集貨」

[具体例]

- ・ 港湾運営会社に対する集貨支援制度の創設
- ・ 国際コンテナ戦略港湾における積替機能の強化

② 国際コンテナ戦略港湾背後への産業集積による「創貨」

[具体例]

- ・ 国際コンテナ戦略港湾等背後への高度な物流施設の立地を促進する特例措置を創設
- ・ 国際コンテナ戦略港湾等背後に立地する老朽化した物流施設の再編・高度化支援

③ 国際コンテナ戦略港湾の「競争力強化」

[具体例]

- ・ コンテナ船の大型化、取扱貨物量の増大等への対応
- ・ 国際コンテナ戦略港湾のコスト削減
- ・ 国際コンテナ戦略港湾の利便性の向上
- ・ 港湾運営会社に対する国の出資など出資構成の見直し

このように、コンテナ取扱量の急伸する釜山港の取り組みを例に、国が港湾に対して支援を積極的に行うよう、国際コンテナ戦略港湾政策で取り組みを行っていることがわかる。平成 28 年 3 月に公表された政策レビュー結果⁽¹⁵⁾では、各施策における効果とその結果報告がなされており、次のように公表されている。

① 「集荷」

- ・ フィーダー機能強化事業の実施により、釜山港等のトランシップ貨物のうち、平成 25 年度は約 8.1 万 TEU、平成 26 年度は約 9.5 万 TEU を国内港湾へ転換
- ・ 西日本諸港と阪神港 を結ぶ国際フィーダー航路の便数が、実施前後の週 6 8 便から週 94 便へ約 4 割増加し、平成 26 年度は、国内外の貨物を阪神港へ約 13 万 TEU 集貨。その結果、平成 26 年の神戸港の内貿コンテナ取扱個数 は対前年比 12.1%増加し、過

去最高を記録、外内貿合計も 262 万 TEU と 3 年ぶりに増加、平成 27 年の神戸港のコンテナ取扱個数（外内貿合計）は約 271 万 TEU となった

② 「創価」

- ・ 神戸港背後において、国の補助制度を活用して、高度な機能を有する新規の物流施設が整備中であり、効果は今後注視していくものの、年間約 400TEU の創貨効果が見込まれる

③ 「競争力強化」

- ・ 大水深コンテナターミナルについては、平成 28 年度までに京浜港で 7 バース、阪神港で 5 バース整備し、合計 12 バースとする予定。特に、横浜港南本牧ふ頭においては、平成 27 年 4 月に、我が国最大となる水深 18m の大水深コンテナターミナルが供用開始し、世界最大級のコンテナ船への対応が可能となった
- ・ 港湾運営会社によるコスト削減努力により、阪神港のコンテナターミナル料金が平成 26 年 10 月時点で平成 14 年と比べ 50%減額
- ・ 阪神港における渋滞対策事業により、コンテナターミナルゲート前の渋滞長を最大延べ 10.1km 削減（平成 26 年 12 月以降）
- ・ 阪神港における港湾運営会社（「阪神国際港湾株式会社」）の指定及び同社への国出資による、国・港湾管理者・民間の協働体制の構築・港湾運営会社への国出資により、財務体質が強化されたことに加え、信用度の高まり（平成 26 年 12 月以降）

以上のように、「集貨」の施策においては一定の効果があったと考えられる。また、「競争力効果」の施策においても世界最大級のコンテナ船の対応が可能となり、ターミナル料金の低減も実現していることから、効果があったと考えられる。

そして、「集貨」の施策により取扱貨物量が増加したが、国際コンテナ戦略港湾政策の目標である国際基幹航路の我が国への寄港の維持・拡大については、日本を寄港地を含む欧州基幹航路の便数は維持できている状況（前年比に限り）とされている。しかし、前年比ではなくそれ以前を見ると実際は減少している。今後の政策の方向性においては引き続き「集貨」「創価」「競争力強化」を行っていくと報告されている。

これらの政策における施策や、前節で紹介した研究などで日本の港湾の国際競争力を高めることを目的とした取り組みが数多くなされている。しかし、国際コンテナ戦略港湾政策のレビュー結果⁽¹⁵⁾から分かるように、基幹航路の維持・拡大の実現ができていない。これは、問題解決における原因分析が不十分であるためである。実際に、大型コンテナ船の就航と基幹航路の寄港回数の減少に関する原因を対象とした研究はなされていない。よって、国際港湾における競争力強化を高めるためにも原因を解明し、その原因に対する施策の検討が必要である。

3. 研究対象

3.1 対象航路と使用するデータ

日本に寄港するコンテナ船の主な基幹航路として欧州航路、北米航路が挙げられる。欧州航路における日本の港湾の立地は、欧州航路の東端に位置しており、寄港をするためには欧州航路の観点から見ると航海距離の延長をすることになる。一方で北米航路における日本の港湾の立地は、北米の港湾から最も近く、アジアの東端に位置している。そのため日本の港湾への寄港を考えると、北米航路の場合には日本の港湾は地理的な優位性を持っており、寄港を考えた場合に既存の航路を延長させる必要もほとんどなく、船社の負担が少ないことが考えられる。

また、近年の基幹航路において、日本の港湾に寄港をせず釜山港や上海港等のハブ港のみに寄港する輸送サービスが増加してきている。実際に、北米航路の CEN(China Express North-East)という輸送サービスは、2011 年には横浜港に寄港していたが 2014 年には横浜港へ寄港しなくなっている。この輸送サービスの平均船型は 2011 年から 2014 年で 7736TEU から 8121TEU に増加しており、寄港回数は 11 回から 7 回に減少している。このように、北米航路においては近年大型船の投入が行われており、寄港回数の削減が行われている傾向が見られる。このように、実際に北米航路において寄港回数の減少の現象が見られることから、北米航路における寄港回数の減少を対象に分析を行っていく。

北米航路には、パナマ運河を通り北米東岸の港湾へ寄港する輸送サービスと、北米西岸の港湾のみに寄港する輸送サービスがある。北米東岸の港湾へ寄港する輸送サービスでは、パナマ運河を通行することになる。パナマ運河は 2016 年 6 月に拡張工事が終了し、ポストパナマックス船と呼ばれる 14000TEU 規模のコンテナ船までが通行可能となった。しかし、拡張前まではパナマックス船と呼ばれる 5000TEU 規模のコンテナ船までが通行可能であった。そのため、パナマ運河を通航することで船型の制約が生じてしまうため、本研究では北米東岸の港湾へ輸送するサービスは対象から除くこととした。また、東アジアと北米間における貨物の取扱量は、北米西岸と北米東岸で比較すると北米西岸の方が取扱量の割合が大きい。よって、本研究では北米航路、特に東アジアと北米西岸を結ぶ輸送サービスを対象として寄港回数の減少の原因を分析する。

図 3.1 に対象航路と対象港湾の範囲を示す。また、表 3.1 に研究対象とした港湾の一覧を示す。

なお、分析で用いる船型、船速、寄港地、輸送サービス毎の隻数といったデータは、国際輸送ハンドブック⁽¹⁶⁾のものを使用した。期間は、2005 年から 2014 年までであり、3 年毎の 2005 年、2008 年、2011 年、2014 年のデータを用いることとした。分析で用いたデータ数は、分析に必要な全てのデータが揃っているものでかつウィークリーサービスを行っている 145 個(4 年間合計)の輸送サービスである。

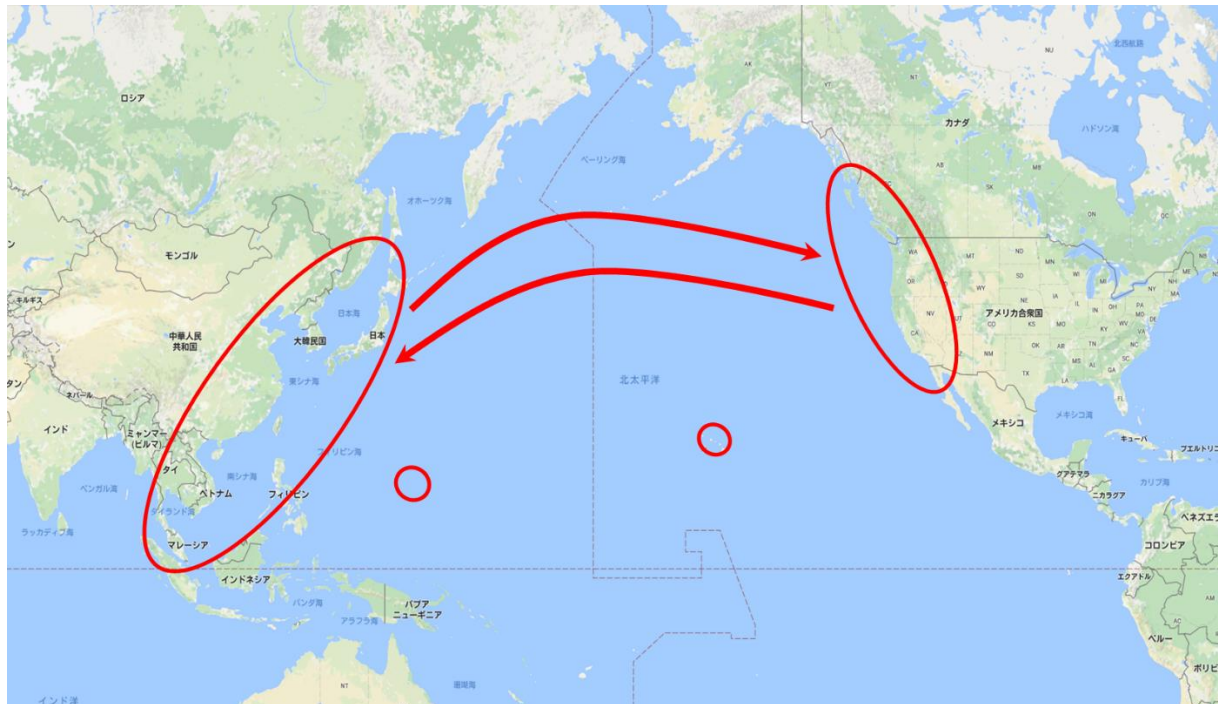


図 3.1 対象航路と対象港湾の範囲

表 3.1 研究対象港湾一覧

東アジア 港湾名	
中国	青島、上海、香港、塩田、寧波、福清、天津、大連、連雲港、光陽、蛇口、廈門、赤湾、南沙、太倉、福州、ダーチャンベイ、高雄、台北、基隆
日本	東京、横浜、名古屋、神戸、清水、仙台、四日市
韓国	釜山
マレーシア	ポートケラン
ベトナム	カイメップ、バリアブンタウ
タイ	レムチャバン
シンガポール	シンガポール
北米西岸 港湾名	
アメリカ	タコマ、ロングビーチ、オークランド、ロサンゼルス、ダッチハーバー、シアトル、アンカレッジ
カナダ	バンクーバー、プリンスルパート
その他	
アメリカ	ホノルル、グアム

3.2 東アジア-北米西岸航路の概要

前節で述べたように、基幹航路においてコンテナ船の大型化と寄港回数が削減されている輸送サービスがある。そこで、本研究で対象とした東アジアと北米西岸を結ぶ航路について、平均船型と1サービス当たりの寄港回数の推移を調査する。図3.2に2005年から2014年までの輸送サービス当たりの平均船型と寄港回数の推移を示す。

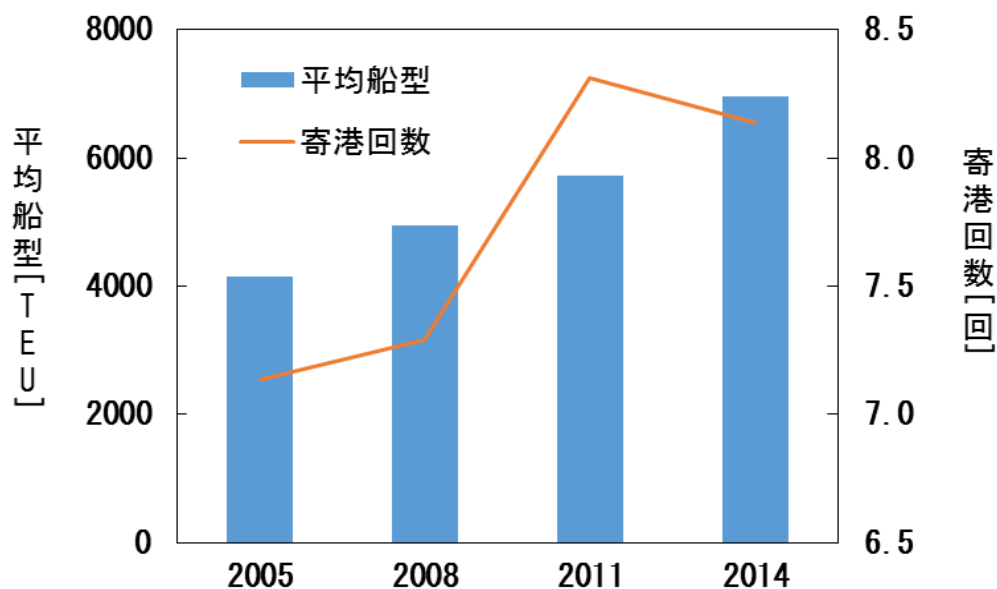


図 3.2 平均船型と寄港回数の推移

図3.2より、平均船型が単調に増加していることから、船型の大型化が進んでいることがわかる。特に、2011年から2014年にかけては増加が大きく、近年の大型化の進行が早まっていることがわかる。2005年に4145TEUだった船型が、2014年には6964TEUと約1.7倍もの大きさになっている。また、寄港回数が2011年までは増加しているが、2011年から2014年にかけて減少していることがわかる。つまり、近年は基幹航路に就航するコンテナ船の大型化に伴って、寄港回数の減少が進んでいることがわかる。

3.3 日本の港湾における寄港回数の減少

船型の大型化により、近年、寄港回数が減少傾向にあることがわかった。そこで、研究対象とした東アジアと北米西岸を結ぶ輸送サービス数（ウィークリーサービスのみ）と、日本に寄港する輸送サービス数の推移を調査した。表 3.2 に北米航路における日本に寄港する輸送サービス数の比率の推移を示す。

表 3.2 北米航路における日本に寄港する輸送サービス数の比率の推移

年	輸送サービス数	日本に寄港する 輸送サービス数	比率
2005	44	19	43%
2008	41	16	39%
2011	35	11	31%
2014	29	9	31%

まず、東アジアと北米西岸を結ぶ輸送サービス数全体が減少傾向にある。これは、図 3.2 の平均船型の推移を考慮すると、就航するコンテナ船の大型化に伴って減少していることが考えられる。また、この期間には世界の船社間において輸送サービスの統廃合が活発に行われていたため、その影響も考えられる。また、輸送サービス数全体に占める日本に寄港する輸送サービス数の比率を見ると、2005 年から 2014 年の 9 年間で 12% も減少していることがわかる。このことから、相対的に日本の港湾が寄港されなくなっていることがわかる。前節において、東アジアと北米西岸を結ぶ輸送サービス全体の寄港回数の減少を述べたが、表 3.2 の結果から寄港されなくなった港湾の中には、日本の港湾を含んでいることが分かる。

4. 輸送サービスにおける 1 サイクル時間と必要隻数

4.1 1 サイクル時間の定式化

コンテナ船が輸送サービスを 1 周するのに要する時間を 1 サイクル時間と定義する。この 1 サイクル時間は、大きく航海時間、入出港時間、そして荷役時間の 3 つに分けることができる。そして、荷役時間が船型に、入出港時間が寄港回数に比例するとすると、1 サイクル時間は式(1)のように表せる。

この内、航海時間は、式(2)に示すように、航海距離と船速から求められる。なお、輸送サービス毎の航海距離は、国際輸送ハンドブック⁽¹⁶⁾に記載されている寄港地から航海距離を求め、船速は記載されている就航船舶の船速を用いた。

したがって、式(3)に表すように目的変数を 1 サイクル時間から航海時間を引いた値とし、説明変数を寄港回数、船型として回帰分析を行い、入出港時間の係数 C_A 、荷役時間の係数 C_B を求めた。また、回帰係数を推定する際、回帰定数は 0 として分析を行った。なお、1 サイクル時間は、輸送サービス毎に国際輸送ハンドブック⁽¹⁶⁾から求めた。

$$T = C_A \times A + C_B \times B + C_C \quad \text{-----} \quad (1)$$

$$C_C = M \div S \quad \text{-----} \quad (2)$$

$$T - C_C = C_A \times A + C_B \times B \quad \text{-----} \quad (3)$$

T: 1 サイクル時間[h]

C_A : 入出港時間の係数[h/回]

A: 寄港回数[回]

C_B : 荷役時間の係数[h/TEU]

B: 船型[TEU]

C_C : 航海時間[h]

M: 航海距離[mile]

S: 船速[mile/h]

式(3)をもとに 3.1 節に示すデータから回帰分析を行った結果を表 4.1 に示す。決定係数が 0.972 と高く、モデルの精度は高い。また、係数の t 値の値も高く、有意水準 1% で有意である。

表 4.1 回帰分析結果

重決定 R2	0.972		
回帰定数	0		
	偏回帰係数	t	P-値
A: 寄港回数	C_A 36.544	6.873	2.200E-07
B: 平均船型(TEU)	C_B 0.029	4.736	6.199E-05

4.2 必要隻数の算出方法

ある輸送サービスにおける必要隻数は、コンテナ船が 1 週間に 1 回寄港するウィークリーサービスの場合、次の式(4)から求められる。

$$N = \text{Ceiling}(T/(24 \times 7)) \quad \text{-----} \quad (4)$$

N : 必要隻数[隻]

T : 1 サイクル時間[h]

5. 1 サイクル時間と必要隻数の感度分析

5.1 前提条件

図 5.1 に研究対象航路における航海距離別の輸送サービスの個数を示す。

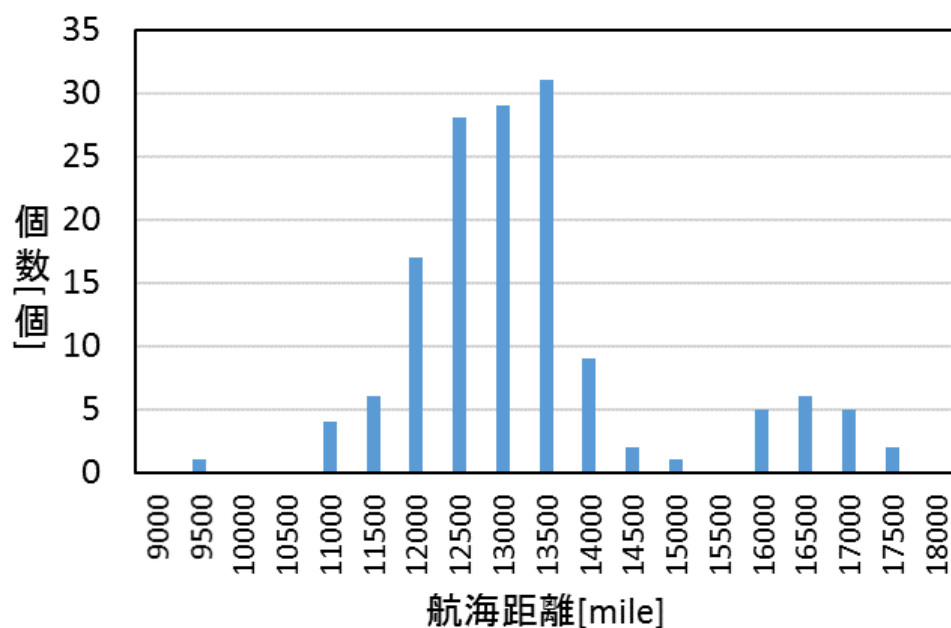


図 5.1 航海距離別の輸送サービスの個数

図 5.1 からわかるように、東アジアと北米西岸を結ぶ航路の中で最も輸送サービス数の多い航海距離は、12500～13500mile となっており、全体の 60%を占めている。16000～17500mile の距離帯にも複数の輸送サービスがあるが、これはシンガポール港やタイのレムチャバン港に寄港する輸送サービスであり、東アジアの南端に行くため航海距離が長い輸送サービスである。

本研究では、最も輸送サービスの多い 12500～13500mile の海距離帯において、平均船型、就航隻数、寄港回数、速力が平均的な輸送サービスである PSW (Pacific Southwest Service) を参考に検討を行った。検討で用いる輸送サービスの基本条件を図 5.2 に示す。

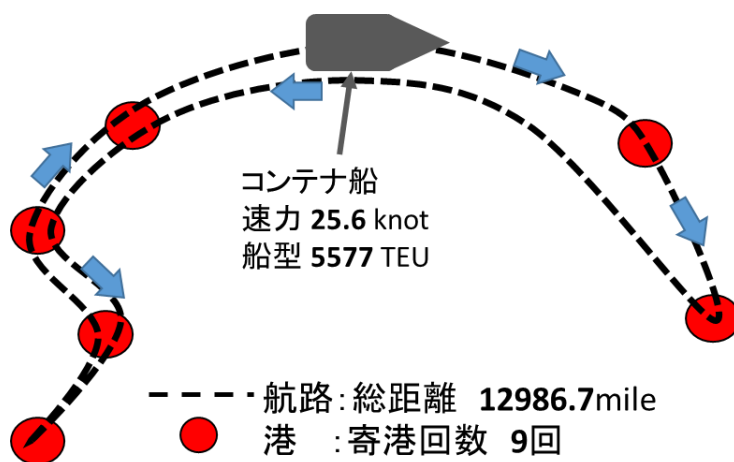


図 5.2 輸送サービスの基本条件

平均船型を変化させる場合、船速の値は船型に応じた船速を算出し、用いている。図 5.3 に平均船型と船速の関係を示す。点が 1 サービス当たりの平均船型と船速を示しており、直線が最小二乗法を用いて算出した平均船速の値となっている。

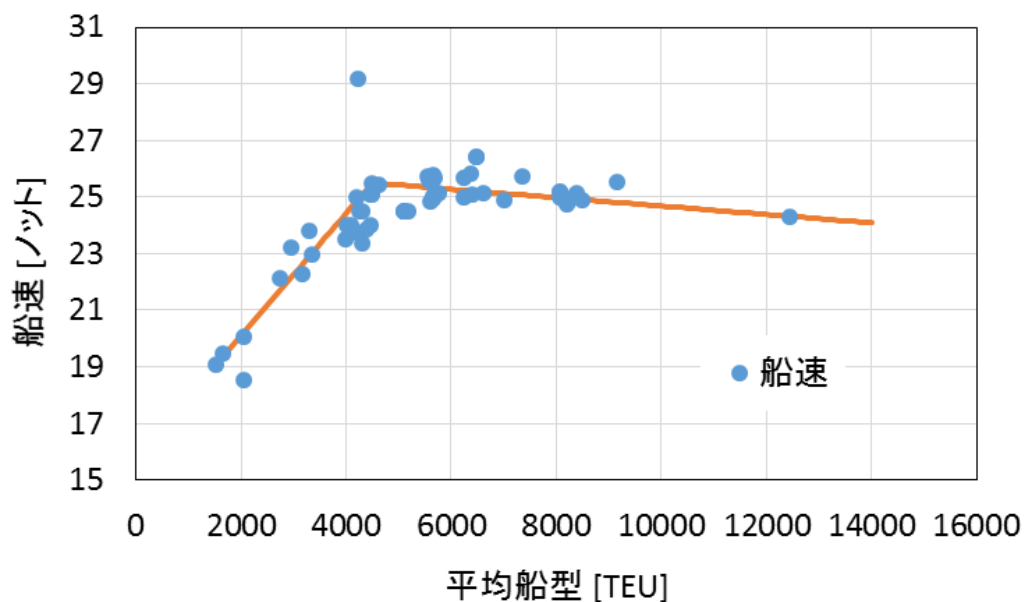


図 5.3 平均船型と船速の関係

研究対象とした航路に就航しているコンテナ船の輸送サービスの平均船型は約 1800～12500TEU であり、船速は、2000TEU では約 20 ノットで 4600TEU 辺りまで増加し、それ以降ほぼ一定の船速(25 ノット)となっている。

本研究で分析や検討を行う上では、船型の大きさと同量の貨物を輸送すること（すべて満載）とした。また、寄港地の違いによる影響は考慮しないこととした。

5.2 船型と 1 サイクル時間

船型と 1 サイクル時間の関係を図 5.3 に示す。

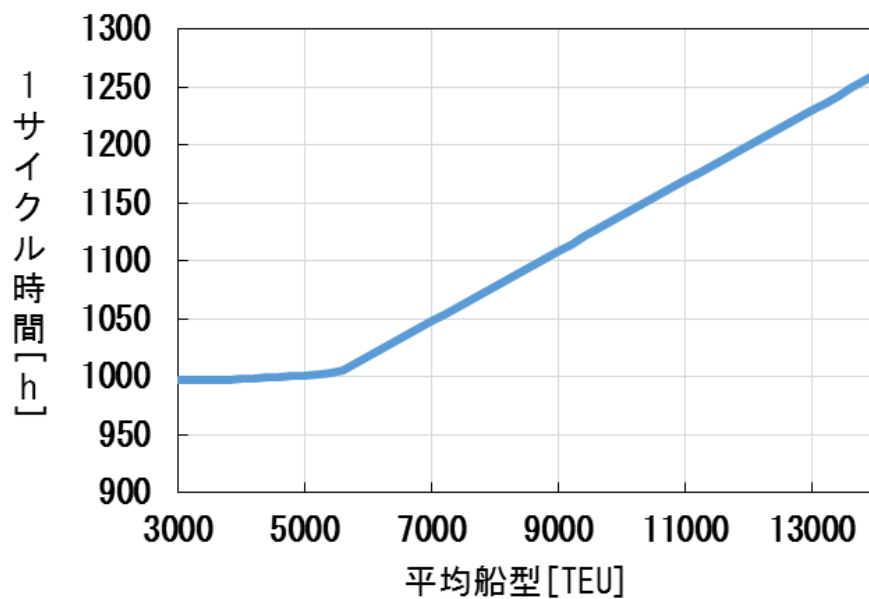


図 5.3 船型と 1 サイクル時間の関係

図 5.3 より、平均船型が大きくなるのに伴い、1 サイクル時間が増加していることがわかる。この原因は船型の大型化に伴う荷役時間の増加の影響である。

また、5600TEU 辺りを境にグラフが変化しているのは、船速の影響である。船型が大きくなり荷役時間が増加するが、5600TEU までは船速が速くなることで航海時間が短くなり、1 サイクル時間の増加を抑えている。5600TEU 以降は、船速がほぼ一定になっているため、単純に荷役時間の増加の影響を受けている。

荷役時間の削減を行うためには、既存研究の紹介で挙げたようにコンテナターミナルのオペレーションの効率化⁽⁷⁾や、自動化等がある。

5.3 船型と必要隻数の関係

船型と必要隻数の関係を図 5.4 に示す。

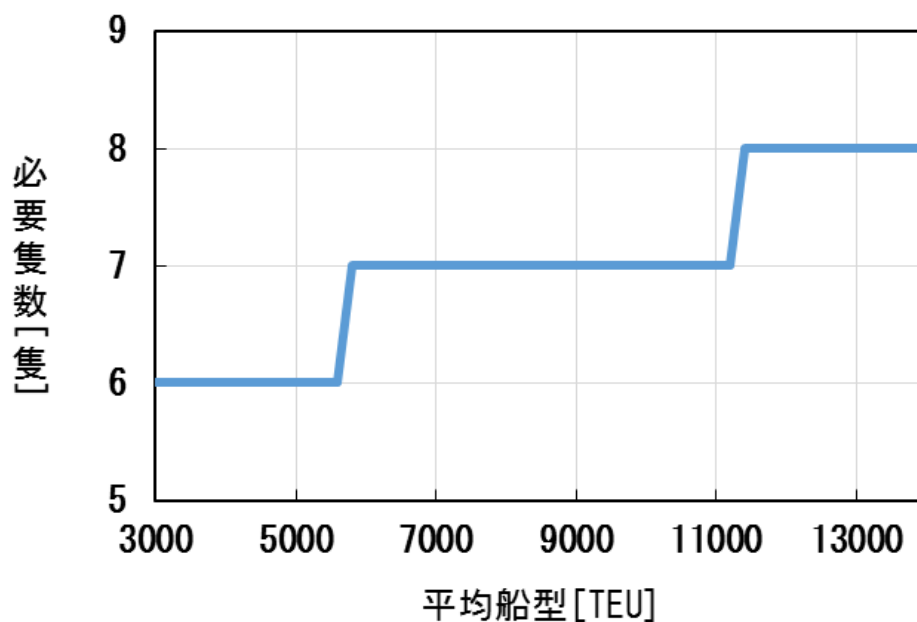


図 5.4 船型と必要隻数の関係

図 5.4 より、平均船型が大きくなるのに伴い、必要隻数が段階的に増加していることがわかる。これは先の図 5.3 に示すように、船型の大型化に伴って 1 サイクル時間が増加することが原因で、先の式 (4) から求められるウィークリーサービスを満たすための必要隻数が不連続な関数となっていることからわかる。また、一定の間隔で隻数が増加しておらず、船速の影響を受けて隻数の増加の間隔が一定となっていない。

このことから、コスト削減の効果を享受するための船型の大型化が、必要隻数の増加をもたらすことがわかった。したがって、隻数増加による費用増加が発生することになる。そのため 6 章において費用面から船型の大型化によるスケールメリットについて検討する。

5.4 寄港回数と 1 サイクル時間の関係

寄港回数と 1 サイクル時間の関係を図 5.5 に示す。

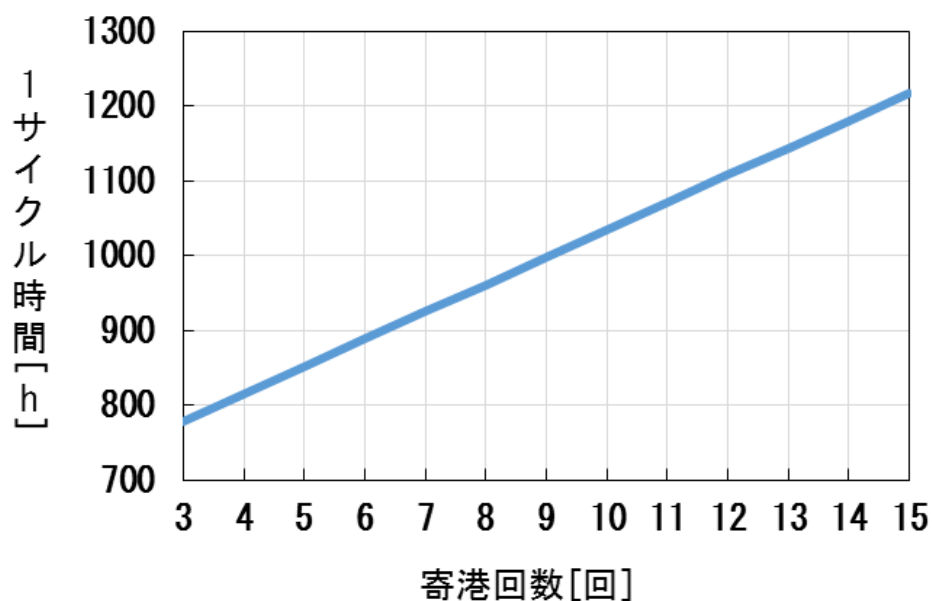


図 5.5 寄港回数と 1 サイクル時間の関係

図 5.5 より、寄港回数の増加に伴い、1 サイクル時間が増加していることがわかる。この原因は寄港回数の増加に伴う入出港時間の増加による影響である。

本研究における入出港時間は、寄港回数の増減に伴って変化する時間を意味している。よって、入出港に関係するいくつかの作業の合計時間を意味している。そのため、入出港時間の削減を行うには、船舶の沖待ちの解消や、輻輳海域の整備、入港時のタグボートの手配や手続きの短縮等が考えられる。

5.5 寄港回数と必要隻数の関係

寄港回数と必要隻数の関係を図 5.6 に示す。

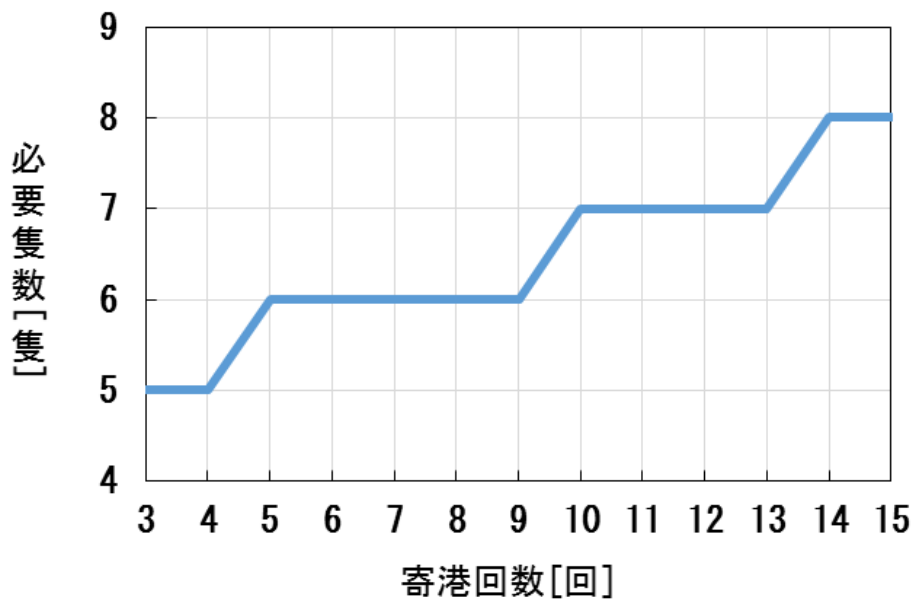


図 5.6 寄港回数と必要隻数の関係

図 5.6 より、寄港回数が増えると、必要隻数が不連続に増加していることがわかる。これは先の図 5.5 に示すように 1 サイクル時間が増加することが原因で、先の式 (3) から求められるウィークリーサービスを満たすための必要隻数が不連続な関数となっていることからわかる。これより、5.3 節と同様に隻数増加に伴う費用増加が発生する。逆に、寄港回数の減少で必要隻数の削減が可能であることも図 5.6 からわかる。

ここまでの本章の検討から近年の基幹航路におけるコンテナ船の大型化は、図 5.4 より必要隻数の増加をもたらし、寄港回数の減少は図 5.6 より必要隻数の減少をもたらすことが分かった。つまり、船型の大型化による必要隻数の増加を寄港回数の減少により抑制しているといえる。このことについて次章では輸送費用からその原因を分析する。

6. 輸送費用から見た寄港回数の減少の原因分析

6.1 輸送費用の定式化

4章で示した必要隻数の変化が、コンテナ 1TEU 当たりの輸送費用に与える影響を推計する。そのため輸送費用を、黒川ら⁽¹⁷⁾のモデルを基にコンテナ関係費を加え、式(6)に示すように燃料費、入出港費、荷役費、船員費、船舶費、コンテナ関係費の和で表す。また、これをコンテナ総数で割ってコンテナ 1TEU 当たりの輸送費用を算出する(式(5))。

$$TC' = TC \div (CAP \times f \times 2) \quad \text{-----} \quad (5)$$

$$TC = FL + EF + HC + CE + SP + CO \quad \text{---} \quad (6)$$

$$FL = C_{be} \times FC \quad \text{-----} \quad (7)$$

$$EF = (C_{pa} + C_{pb} \times CAP) \times PN \times f \quad \text{-----} \quad (8)$$

$$HC = C_{hc} \times CAP \times f \times 2 \times 2 \quad \text{-----} \quad (9)$$

$$CE = C_{ce} \times HN_{cap} \times N \quad \text{-----} \quad (10)$$

$$SP = C_{CAP} \times N \quad \text{-----} \quad (11)$$

TC: 輸送費用[円]、

TC': 1TEU 当たりの輸送費用[円/TEU]

FL: 燃料費、EF: 入出港費、HC: 荷役費、CE: 船員費、

SP: 船舶費、CO: コンテナ関係費、 C_{be} : 燃料単価[円/t]、FC: 北米航路の燃料消費量[t/年]、

$C_{pa} \cdot C_{pb}$: 入出港費係数、CAP: 平均船型[TEU]、

PN: 寄港回数[1/回]、f: 寄港頻度[回/年]、

C_{hc} : 荷役単価[円/TEU]、 C_{ce} : 船員費単価[円/人]、 HN_{cap} : 船員数[人/隻]、N: 隻数[隻]、

C_{cap} : 船舶関係費[円/隻]

なお、計算では平均船型、寄港回数、隻数のデータを国際輸送ハンドブック⁽¹⁶⁾から、他の値については、黒川ら⁽¹⁷⁾の研究で用いられている値を使用した。

6.2 船型と輸送費用の関係

船型と輸送費用の関係を図 6.1 に示す。

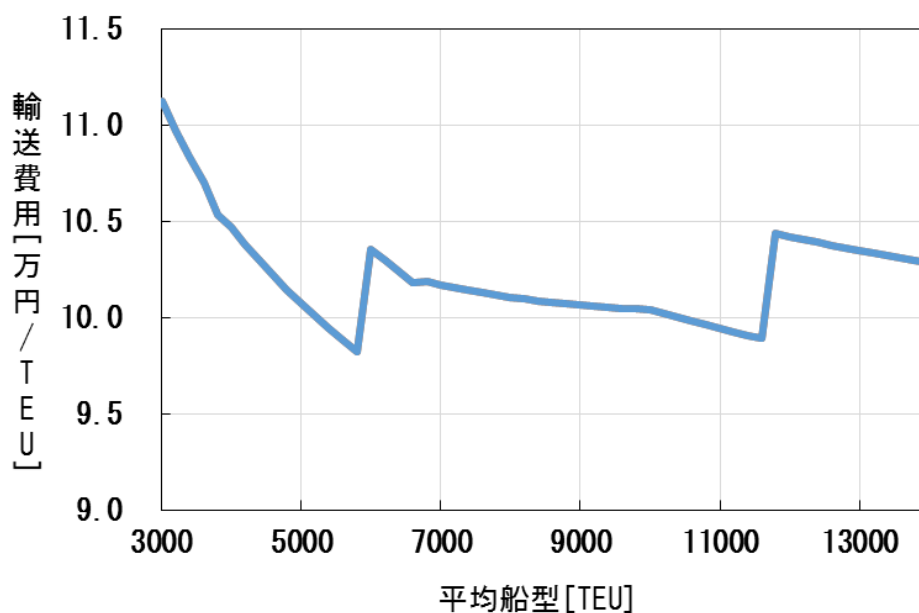


図 6.1 船型と輸送費用の関係

図 6.1 より、船型が大型化すると 1TEU 当たりの輸送費用が減少していることがわかる。これは大型化による輸送費用削減のメリットである。しかし、先の図 5.3 に示すようにある一定の船型において必要隻数が増加するため費用が増加している部分がある。5800TEU における費用は約 9.8 [万円/TEU] であるが、6000TEU における費用は約 10.4 [万円/TEU] と、0.6 万円増加している。同様に、11600TEU から 11800TEU において、0.6 万円増加していることが分かった。

また、5800TEU における費用と、11600TEU における輸送費用はほぼ同じ値となっている。これは単純に、5800TEU を超える大型化を進めるのであれば、11600TEU の船型まで大型化し、かつコンテナ貨物の集荷が可能でなければ、1TEU 当たりの輸送費用が増加することを示している。

6.3 寄港回数の減少による輸送費用の削減

平均船型が大きくなると、ウィークリーサービスを維持するために必要隻数が増加するため、輸送費用が増加してしまうことが分かった。そこで、大型化によるスケールメリットを享受するために、寄港回数の減少による輸送費用の削減効果を確認する。

先の図 5.5 より、寄港回数の減少が必要隻数の減少をもたらす。したがって、必要隻数が増加しないように寄港回数を削減した場合の輸送費用の計算結果を図 6.2 に示す。点線枠内の数値は寄港回数を減らした数を示している。

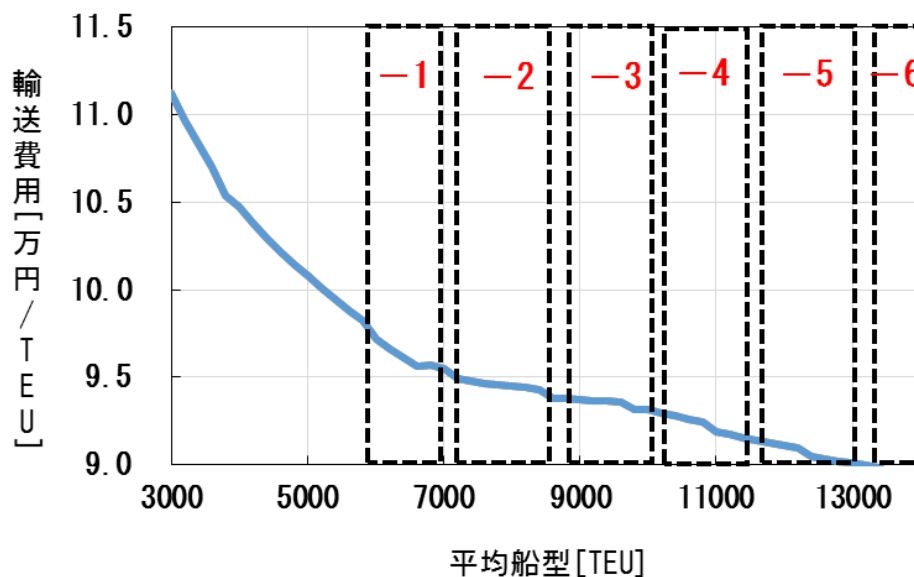


図 6.2 寄港回数削減の検討結果

図 6.2 より、寄港回数を削減することで大型化による輸送費用の削減効果が表れており、輸送費用は減少し続けている。今回の前提条件の下においては、輸送費用の削減効果を表すために 6000TEU 以降から、1200~1400TEU 船型が大きくなると寄港回数を 1 回減らすような計算となった。今後、船型の大型化がより進行するとなると、より寄港回数の減少が進むことが考えられる。

本章の結果から、コンテナ船の大型化に伴うスケールメリットを享受するためには、寄港回数を削減する必要があることが明らかとなった。これが基幹航路における寄港回数の減少の原因である。

7. 寄港誘致のための削減時間と集貨量の検討

7.1 検討内容の説明

北米航路における代表的なサービスである PSW を例に、次の検討を行う。

(1) 基幹航路の寄港誘致の可能性

各港湾管理者は、基幹航路の寄港誘致を図るために入港料の低減やコンテナターミナルのゲートオープン時間の延長などを行い、荷主に働きかけることで輸出入貨物を増加させる取組を行っている。一方でそもそも、既存の基幹航路においてさらに寄港地を増やすことが可能であるのか、輸送サービスの視点から日本の東京港を例としてその可能性の検討を行う。

(2) 寄港誘致対策としての荷役・入出港時間の短縮

コンテナ船の大型化に伴う隻数の増加を防ぐ対策として、1 サイクル時間の短縮が考えられる。1 サイクル時間の中でも、航海時間を削減することは難しい条件であると考えられるが、荷役時間や入出港時間については作業の効率化や港湾の整備などで短縮が可能であると考えられる。そこで、この時間短縮についてどの程度の短縮が実現できれば、先の(1)の検討対象とした輸送サービスが東京港へ寄港可能となるのか、検討を行う。

(3) 寄港誘致のための必要貨物量の推定

現在取り組まれている国際コンテナ戦略港湾政策では、国際コンテナ戦略港湾に寄港する欧州基幹航路の増便、北米基幹航路の維持・拡大、また、現状でわが国への寄港が少ない航路の誘致を目標に掲げている。それに対し、「集貨」「創貨」「競争力強化」の3つを主な施策として行っている。そこで本検討では、施策の1つである「集貨」に着目し、研究対象とした東アジアと北米西岸航路を結ぶ輸送サービスにおいて、現状に対しどの程度の貨物の集貨を行えば航路の増便が見込めるのかを、東アジア諸港の港湾と比較して集荷量の検討を行う。また、船型の大型化が進行している背景を踏まえ、大型化が進行した場合の集荷量の検討も同様に行う。

7.2 基幹航路の寄港誘致の可能性

3 章で述べたように、近年北米航路の基幹航路において寄港回数の減少が進んでいる。このような状況の中、そもそも寄港地を増加させられる可能性があるのか、東京港を例として検討した結果を示す。

想定としては、日本の港湾政策による種々の取組により東京港に多くのトランシップ貨物が集まり、これにより基幹航路が寄港するようになった場合である。なお、寄港地が増加してもコンテナ船の船型は変化しないとしているため、1 サイクルの間における荷役時間の総計は変わらない。

表 7.1 と図 7.1 に、既存の基幹航路における 1 サイクル時間と東京港へ基幹航路が寄港した場合の 1 サイクル時間を示す。図中の 840 時間のところに引かれている破線は、既存の 5 隻数で就航可能な 1 サイクル時間の上限である。

表 7.1 1 サイクル時間の内訳

サービス	入出港時間	荷役時間	航海時間	合計
PSW-2	292	16	507	815
PSW-2+東京港	365	16	514	896

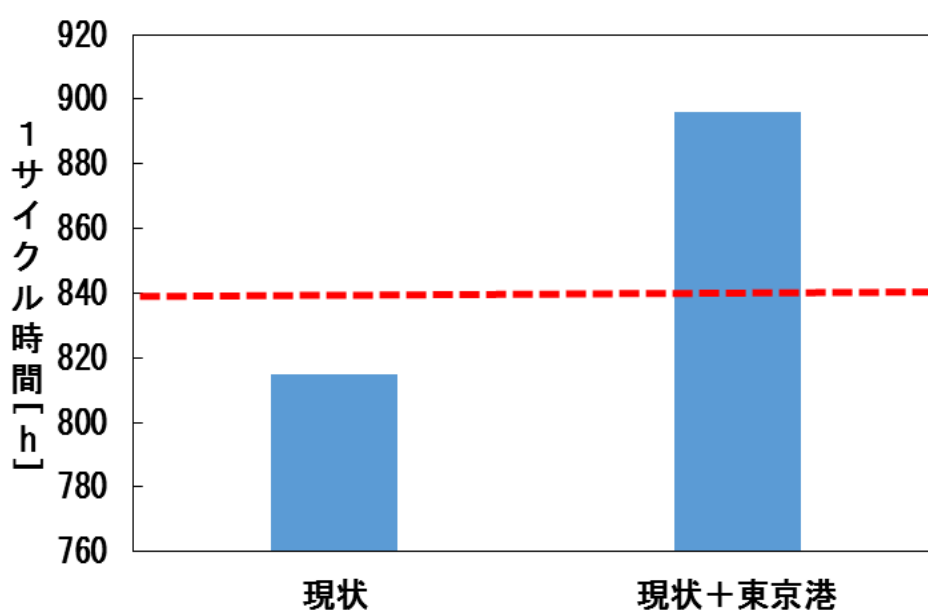


図 7.1 東京港に寄港した場合の 1 サイクル時間

表 7.1 と図 7.1 より、東京港へ寄港することで寄港回数と航海距離が増加するため、入出港時間と航海時間が増加していることがわかる。そして、この増加により上限である 840 時間を超えており、就航隻数の増加が必要となっていることがわかる。これは、6 章の分析から明らかなように 1TEU 当たり輸送費用の増加を生じさせる。また、対象とした東アジアと北米西岸を結ぶ航路では、今回検討した東京港の場合のように航海時間の増加より入出港時間の増加の方が時間の増加の要因として大きい。この結果は、東アジアや北米西岸の港湾がそれぞれの地域内で比較的近距离に集中していることから、航海距離があまり増

加しないためである。

以上の東京港を例とした検討から、基幹航路を対象として新たに寄港を誘致することは、ウィークリーサービスを実現するために必要な隻数の増加を伴うために困難であることが明らかとなった。また、その主たる要因は、寄港回数の増加に伴う入出港時間の増加であることが明らかとなった。

したがって、基幹航路の寄港誘致を行うためには、現在の貨物の集荷に関する取り組みだけではなく、時間の削減に対する取り組みも行わなければならないことがわかった。そこで次節では、基幹航路が日本の港湾に寄港しても隻数の増加が必要とならないように、時間の面で工夫できないか、その可能性について検討する。

7.3 寄港誘致対策としての荷役・入出港時間の短縮

現状の隻数のまま既存の基幹航路が東京港に寄港するためには、時間を削減する必要がある。本研究では、時間を入出港時間、荷役時間、航海時間と3つに分けているが、これらの中で削減が期待できる項目として、入出港時間、荷役時間がある。

そこで、ここでは船会社が寄港する各港において、荷役時間及び入出港時間を削減する取り組みを行う場合を対象に必要な削減率を検討する。

図7.2に現状の隻数のままの輸送サービスを実現するための入出港時間と荷役時間の削減率を示す。削減率の値は、既存の5隻数で就航可能な1サイクル時間の上限を超える時間数を、入出港時間と荷役時間の和で割った値である。

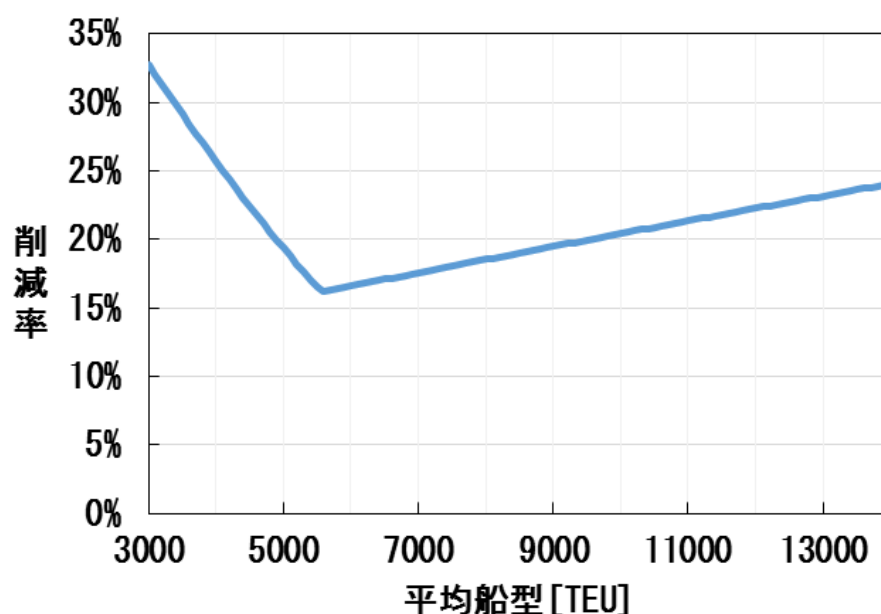


図 7.2 東京港に寄港する場合の
輸送サービス全体での荷役・入出港時間削減率

図7.2より、船型により削減率が異なっていることが分かる。3000TEUから5600TEUにかけては減少する傾向が見られ、5600TEUを境に増加する傾向へと変わっている。これは、船速の変化の影響である。5600TEUより小さい平均船型においては、船速が遅いため航海時間が非常に長くなっており、削減率が大きくなっている。しかし、平均船型が大きくなるにつれて船速も早くなり、航海時間が短くなるため削減率も小さくなっている。そして、5600TEUを超えると船速に変化が見られないことから、増加する荷役時間の影響により、削減率が増加している。

例とした輸送サービス（PSW）においては、平均船型が5577TEUであるため、16.2%の時間の削減が必要であるということがわかった。また、北米航路の主要な船型である4000～8000TEUの範囲に着目すると、最大で25%の削減率となっていることがわかる。

そこで、この削減率の実行可能性について検討する。西村ら⁽⁷⁾の既存研究では、荷役時間を17.7%削減できるとされていた。しかし、5600TEUにおける1サイクル時間の構成比

率は、入出港時間 40%、荷役時間 2%、航海時間 58%となっている。そのため荷役時間のみの削減では、基幹航路が寄港するための効果としてはあまり期待できない。よって、港湾における離着舷や、湾内における速力制限の緩和等のための検討を行い、入出港時間の削減を行うことが重要であるということが分かった。

7.4 寄港誘致のための必要貨物量の推定

7.4.1 必要貨物量の推定方法

施策の1つである「集貨」に着目し、研究対象とした東アジアと北米西岸航路を結ぶ輸送サービスにおいて、現状に対しどの程度の集貨を行えば航路の増便が見込めるのか集荷量の検討を行う。東アジア諸港の港湾それぞれにおいて、東アジアと北米西岸間を流動するコンテナ数を求め、寄港する輸送サービスとその船型から年間の輸送能力（船腹量）を求める。分析対象とした東アジア諸港の港湾は、コンテナ取扱量の多い順番に10港を選定した。具体的には、東京港、横浜港、釜山港、上海港、香港港、シンガポール港、寧波港、塩田港、青島港、高雄港である。それぞれの港湾において、2005年、2008年、2011年、2014年の4年分のコンテナ取扱量と輸送サービス数のデータを用いて分析を行った。式(12)に各港湾における東アジアと北米西岸間のコンテナ取扱量の算出方法を示し、式(13)に各港湾における年間輸送能力の算出方法を示す。

$$CT_p = ACT_p \times NCT \times NWCT \quad \text{-----} \quad (12)$$

CT_p ：東アジアと北米西岸間のコンテナ取扱量[TEU/年]

P：港湾

ACT_p ：コンテナ取扱量[TEU/年]

NCT：北米航路コンテナ流動比率[%]

NWCT：北米西岸コンテナ取扱量の比率[%]

$$W_p = \sum_i W'_{(p,i)} \times N_{week} \quad \text{-----} \quad (13)$$

W_p ：年間輸送能力[TEU/年]

$W'_{(p,i)}$ ：輸送サービスの平均船型[TEU/輸送サービス]

P：港湾

I：輸送サービス

N_{week} ：年間の週間数[週/年]（52週間とする）

コンテナ取扱量 ACT_p は、国際輸送ハンドブック⁽¹⁶⁾のデータを使用し、欠如しているデータは日本港湾協会⁽¹⁸⁾のデータを使用した。北米航路コンテナ流動比率NCTは、株式会社商船三井営業調査室発行の「定航海運の現状 2008⁽¹⁹⁾」と、日本海事広報協会発行の「日本の海運 SHIPPING NOW⁽²⁰⁾」における世界のコンテナ荷動きの図（商船三井営業調査室作成）から値を算出した。東アジアと北米間におけるコンテナ流動量を、東アジアと他の地域へのコンテナ流動量の合計で割った値を北米航路コンテナ流動比率として使用している。表7.2に各港湾のコンテナ取扱量を示す。また、表7.3に各年のコンテナ流動量と東アジアと北米間の流動量の比率を示す。

北米西岸コンテナ取扱量の比率NWCTは、国土技術政策総合研究所資料「東アジア・北米間輸送を中心とした北米大陸における国際貨物の背後流動に関する分析⁽²¹⁾」の北米州別西岸・東岸取扱量シェアから値を引用した。西岸は81.0%、東岸は19.0%となっている。表7.4に東アジアと北米西岸間のコンテナ流動量の計算結果を示す。

表 7.2 各港湾のコンテナ取扱量

港湾	2005年	2008年	2011年	2014年
東京	3590000	4155997	4639664	4894511
横浜	2873288	3481485	3083432	2888029
釜山	11843000	13452786	16184706	18680000
上海	18084000	27980000	31739000	35290000
香港	22602000	24494229	24384000	22230000
※シンガポール	23190000	29918200	29937700	33870000
寧波	5208000	11226000	14720000	19450000
塩田	7660000	9684000	10264000	11673000
青島	6307000	10320000	13020000	16620000
高雄	9471056	9676554	9640000	10590000

単位[TEU]

表 7.3 東アジアと北米間におけるコンテナ流動比率

年	2005	2008	2011	2014
全世界[TEU]	85533370	103406159	115775000	123978000
関係航路[TEU]	54524000	66439000	79763000	65414000
北米航路[TEU]	18331000	19601000	20044000	21045000
北米航路の割合	34%	30%	25%	32%

表 7.4 東アジアと北米西岸間のコンテナ流動量

港湾	2005年	2008年	2011年	2014年
東京	977638	1131771	1263485	1332885
横浜	782461	948087	839688	786475
釜山	3225115	3663496	4407459	5086984
上海	4924679	7619583	8643243	9610260
香港	6155032	6670329	6640311	6053728
※シンガポール	6315158	8147398	8152708	9223562
寧波	1418255	3057092	4008587	5296672
塩田	2085990	2637171	2795118	3178820
青島	1717538	2810368	3545638	4525999
高雄	2579181	2635143	2625189	2883895

単位[TEU]

分析過程より、シンガポール港のデータが他の港湾と比較し逸脱した値となっているため、分析対象から外して考慮している。これは、シンガポール港では特に欧州航路や他の航路におけるコンテナ取扱量が多くを占めているため、今回の検討方法で求めたコンテナ取扱量では検討できなかったことが考えられる。このため、分析結果はシンガポール港を除いた 9 港を示す。

7.4.2 寄港便数を増加させた場合の必要貨物量の推定結果

年間輸送能力とコンテナ取扱量の分散分析を行った結果、P 値が $2.21\text{E-}13$ となり、年間輸送能力の値がコンテナ取扱量に影響しているという事が言えることがわかった。

次に、回帰分析を行った結果を表 7.5 に示す。決定係数が 0.794 となっており、モデルの精度は良いといえる。また、係数の t 値の値も高く、P 値の値から有意水準 1% で有意である。よって、回帰分析によって得られた回帰式は妥当性のあるものとなっている。

表 7.5 年間輸送能力とコンテナ取扱量の回帰分析結果

重相関 R	0.893	補正 R2	0.769
重決定 R2	0.798	標準誤差	1934395.247
回帰定数	0		

	偏回帰係数	t	P-値
輸送能力	0.212	11.749	$1.064\text{E-}13$

図 7.3 に各港湾における年間輸送能力とコンテナ取扱量の関係を示す。また、東京港、横浜港のみを示した図を図 7.4 に示す。点が各港湾を示し、直線が作成した回帰式を示している。図中の数字は年度を示し、実線の矢印は 2014 年の貨物不足量、破線の矢印は 1 サービス増加させた場合の貨物不足量を示している。

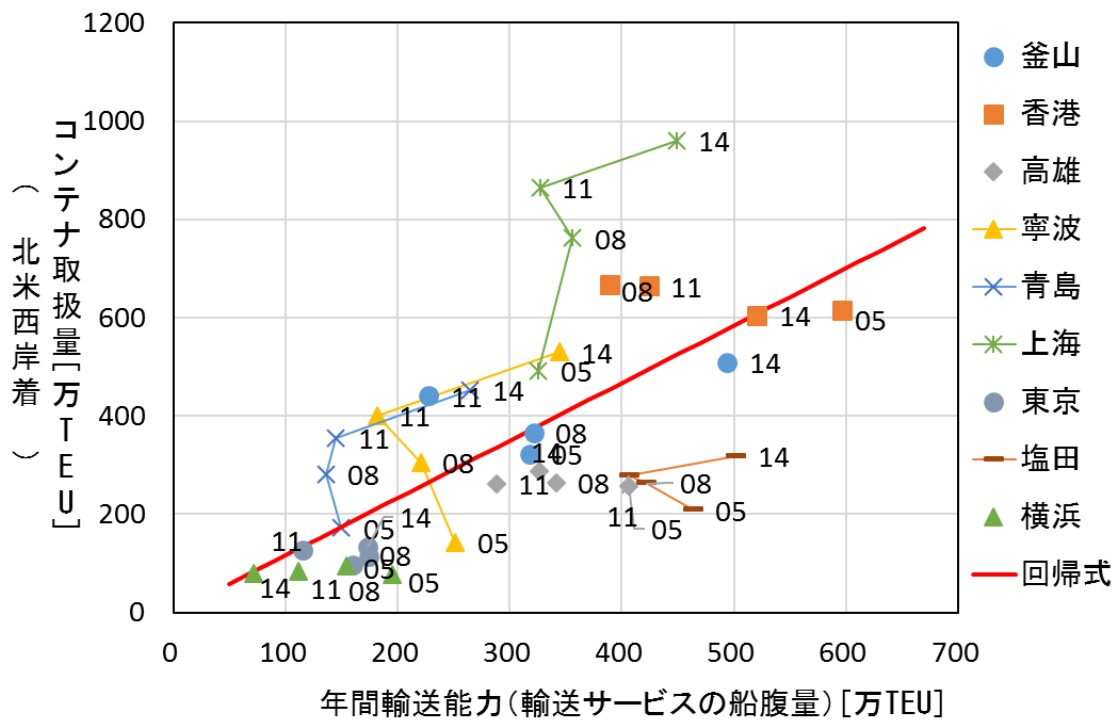


図 7.3 各港湾における年間輸送能力とコンテナ取扱量の関係

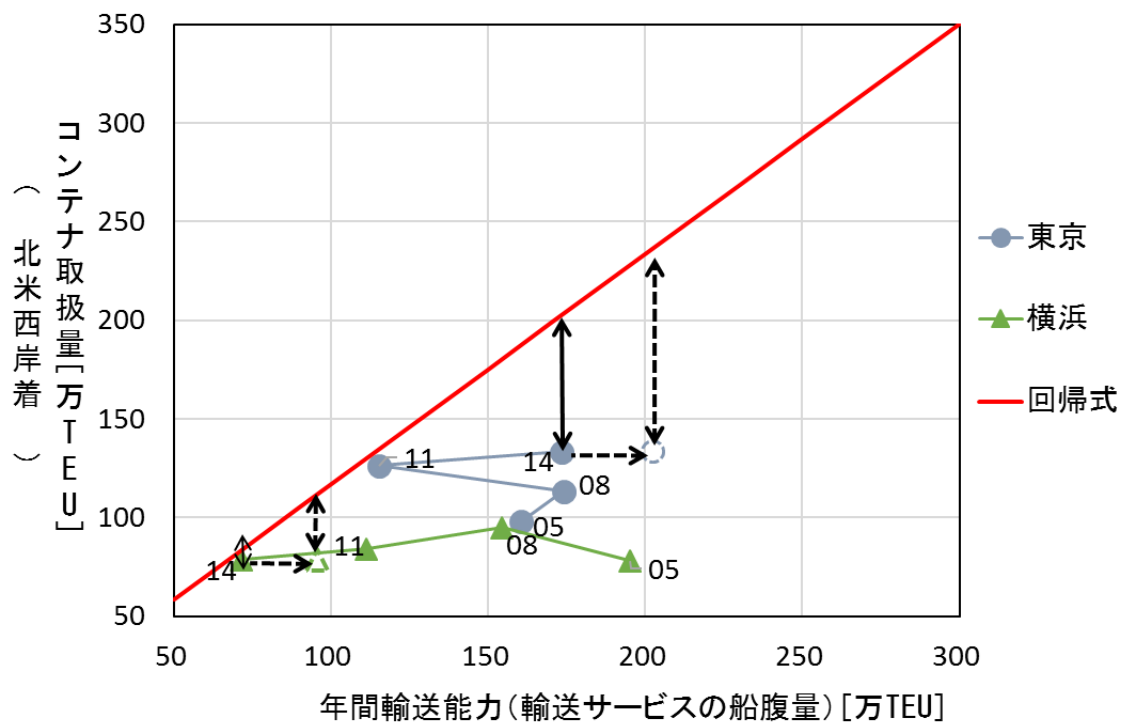


図 7.4 東京港、横浜港における年間輸送能力とコンテナ取扱量の関係

図 7.3 の回帰式より、年間輸送能力が増加するほどコンテナ取扱量が増加していることがわかる。また、東京港、横浜港は回帰式の直線よりも下にあるため、他の港湾よりも年間輸送能力に対するコンテナ取扱量が少ないことが分かる。また、東京港、横浜港は回帰式の直線よりも下にあるため他の港湾よりも寄港するコンテナ船の平均船型に対するコンテナ取扱量が少ないことがわかる。

回帰式で求めたコンテナ取扱量と、2014 年の東京港、横浜港の取り扱いコンテナ数を比較し、東アジア諸港における平均的なコンテナ取扱量を求める。表 7.6 に年間輸送能力に対する東京港、横浜港の 2014 年のコンテナ取扱量と回帰式で求めたコンテナ取扱量を示す。

表 7.6 年間輸送能力に対する 2014 年の東京港・横浜港のコンテナ取扱量と不足量

港湾	年間輸送能力 [TEU]	コンテナ取扱量 [TEU]	回帰式の量 [TEU]	不足量 [TEU]	割合
東京港	1735673	1332885	2026267	693382	66%
横浜港	716482	786475	836438	49963	94%

表 7.6 の結果より、東アジア諸港の港湾における平均的なコンテナ取扱量になるためには、東京港では約 67 万 TEU、横浜港では約 5 万 TEU の集貨が必要であることがわかった。そして、東京港では回帰式で求めたコンテナ取扱量と比較し、現状の取扱コンテナ量が 66% しかないことがわかった。横浜港においては 94% と、東京港と比較してアジア諸港の港湾に近いコンテナ取扱量であることがわかった。

次に、国際コンテナ戦略港湾政策の目標である増便を行う場合を検討する。東京港に寄港する輸送サービス数と年間輸送能力から 1 サービス当たりの平均年間輸送能力を算出し、その平均年間輸送能力を現状の年間輸送能力に足す。そして、回帰式で求められた東アジア諸港における平均的なコンテナ取扱量の値との差を比較する。表 7.7 に東京港、横浜港の輸送サービスを 1 サービス増加させた場合の年間輸送能力に対するコンテナ取扱量と、回帰式で求めたコンテナ取扱量を示す。

表 7.7 1 サービス増加させた場合の年間輸送能力に対する東京港・横浜港のコンテナ取扱量と不足量

港湾	年間輸送能力 [TEU]	コンテナ取扱量 [TEU]	回帰式の量 [TEU]	不足量 [TEU]	割合
東京港	2024952	1332885	2363978	1031093	56%
横浜港	955309	786475	1115251	328776	71%

表 7.7 の結果より、東京港に寄港する輸送サービス数を 1 サービス増加させた場合には、約 103 万 TEU、横浜港では約 33 万 TEU の集荷が必要であることがわかった。そして、回帰式で求めたコンテナ取扱量と比較し、東京港では 56% しか満たしていないため、現状の 2 倍近くまでコンテナ取扱量を増やさなければならないことがわかる。そのため、寄港便数を増やすことは難しいと考えられる。一方、横浜港は 71% を満たしており、東京港よりは必要貨物量が少ないことがわかる。横浜港は現状の約 1.4 倍の貨物量が必要である。

7.4.3 大型化が進行した場合の必要貨物量の推定結果

図 3.2 で示したように、平均船型の大型化が進んでいる。この背景を踏まえ、現状の輸送サービスを維持したまま、投入されているコンテナ船が大型化した場合に必要な 1 サービス当たりのコンテナ取扱量を検討する。

まず、平均船型と 1 サービス当たりのコンテナ取扱量の分散分析を行った結果、P 値が $2.01\text{E-}16$ となり、平均船型の値が 1 サービス当たりのコンテナ取扱量に影響しているという事が言えることがわかった。次に、回帰分析を行った結果を表 7.8 に示す。決定係数が 0.811 と高く、モデルの精度は良いといえる。また、係数の t 値の値も高く、P 値の値から有意水準 1% で有意である。よって、回帰分析によって得られた回帰式は妥当性のあるものとなっている。

表 7.8 平均船型と 1 サービス当たりのコンテナ取扱量の回帰分析結果

重相関 R	0.901	補正 R2	0.784
重決定 R2	0.812	標準誤差	144242.007
回帰定数	0		

	偏回帰係数	t	P-値
平均船型	60.988	12.312	2.820E-14

図 7.5 に各港湾における年間輸送能力とコンテナ取扱量の関係を示す。また、東京港、横浜港のみを示した図を図 7.6 に示す。点が各港湾を示し、直線が作成した回帰式を示している。図中の数字は年度を示し、実線の矢印は 2014 年の貨物不足量、破線の矢印は 1 サービス増加させた場合の貨物不足量を示している。

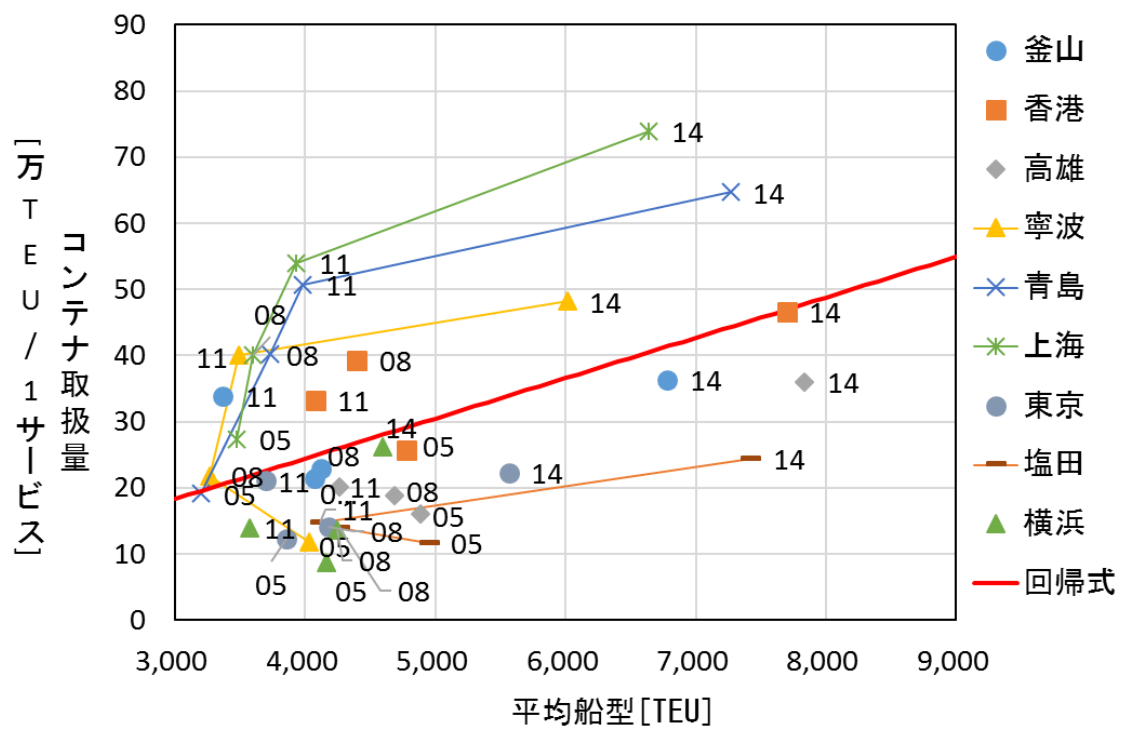


図 7.5 各港湾における平均船型と 1 サービス当たりのコンテナ取扱量の関係

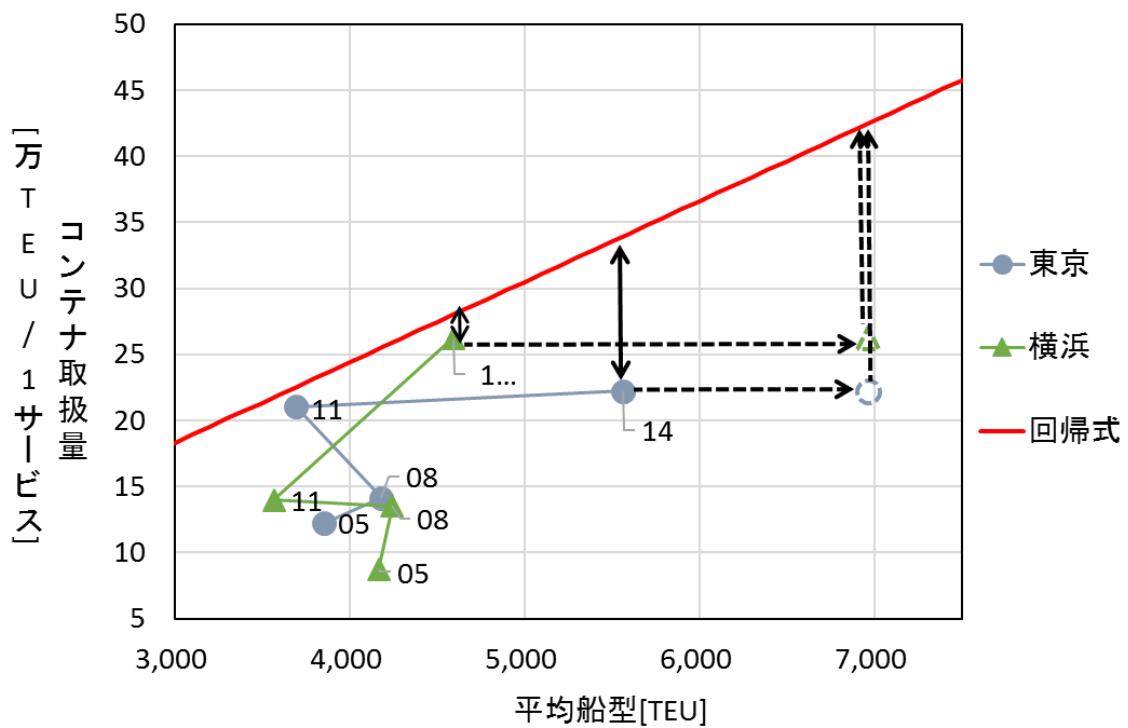


図 7.6 各港湾における平均船型と 1 サービス当たりのコンテナ取扱量の関係

図 7.5 の回帰式より、平均船型が大きくなるほど 1 サービス当たりのコンテナ取扱量が増加していることがわかる。また、東京港、横浜港は回帰式の直線よりも下にあるため他の港湾よりも寄港するコンテナ船の平均船型に対するコンテナ取扱量が少ないことがわかる。図 7.5 の様子から、各港湾の分布において平均船型が 5000TEU 以下と 6000TEU 以上で 2 つに大まかに分かれて分布していることがわかる。これは、6000TEU 以上の大型船の寄港が限られた港湾に寄港していることを示し、港湾の設備状況やコンテナ取扱量の多さに起因していると考えられる。

回帰式で求めたコンテナ取扱量と、2014 年の東京港、横浜港の取り扱いコンテナ数を比較し、他の港湾にける平均的なコンテナ取扱量との差を求める。表 7.9 に平均船型に対する東京港、横浜港の 2014 年の 1 サービス当たりのコンテナ取扱量と回帰式で求めた 1 サービス当たりのコンテナ取扱量を示す。

表 7.9 平均船型に対する 2014 年の東京港・横浜港の 1 サービス当たりのコンテナ取扱量と不足量

港湾	平均船型 [TEU]	コンテナ取扱量 [TEU]	回帰式の量 [TEU]	不足量 [TEU]	割合
東京港	5563	222148	339279	117132	65%
横浜港	4593	262158	280107	17949	94%

表 7.9 の結果より、東アジア諸港の港湾における平均的なコンテナ取扱量になるためには、1 サービス当たりの必要な貨物集荷量が、東京港では約 12 万 TEU、横浜港では約 2 万 TEU であることがわかった。そして、東京港では回帰式で求めたコンテナ取扱量と比較し、現状の取扱コンテナ量が 65%しかなく、横浜港においては 94%であることがわかった。これらの結果は、前項で求めた年間輸送能力に応じたコンテナ取扱量の割合とほぼ同様である。

次に、現状の輸送サービスを維持し、平均船型の大型化が 2014 年の研究対象における平均船型である 6964TEU まで進んだ場合を検討する。まず、東京港、横浜港に寄港するコンテナ船の 1 サービス当たりの平均船型と 1 サービス当たりのコンテナ取扱量を算出する。そして、回帰式で求められた東アジア諸港における平均的なコンテナ取扱量の値との差を比較する。表 7.10 に東京港、横浜港の現状の平均船型における 1 サービス当たりのコンテナ取扱量と、回帰式で求めたコンテナ取扱量を示す。

表 7.10 平均船型の大型化が進んだ場合の平均船型に対する東京港・横浜港の 1 サービス当たりのコンテナ取扱量と不足量

港湾	平均船型 [TEU]	コンテナ取扱量 [TEU]	回帰式の量 [TEU]	不足量 [TEU]	割合
東京港	6964	222148	424720	202572	52%
横浜港	6964	262158	424720	162562	62%

表 7.10 の結果より、東京港に寄港する輸送サービスの平均船型が大型化した場合には、

1 サービス当たり東京港では約 20 万 TEU、横浜港では約 16 万 TEU の集荷が必要であることがわかった。そして、回帰式で求めた 1 サービス当たりのコンテナ取扱量と比較し、東京港では 52%しか満たしていないため、現状の 2 倍近くまでコンテナ取扱量を増やさなければならないことがわかる。同様に、横浜港においても 62%しか満たしていないため、東京港よりは少ないが現状の 2 倍近くコンテナ取扱量の増加が必要である。そのため、大型化が進み、かつ寄港便数を増やし輸送サービスを増やすことは、更に集荷量を増加させなければならないため、実現が難しいと考えられる。

実際には、輸送サービスに投入されているコンテナ船の船型は年々大型化しており、寄港誘致のために輸送サービスを増やすことを考えるには、平均船型の大型化も合わせて考慮しなければならないことが考えられる。

7.5 国際コンテナ戦略港湾政策と検討結果の比較

国際コンテナ戦略港湾政策では、国際コンテナ戦略港湾において北米基幹航路のデイリー寄港を目標としている。よって、国際コンテナ戦略港湾に指定されている港湾に寄港する輸送サービスを1週間当たり7個（1日1隻の寄港）にすることを目標としている。

表 7.11 に、国際コンテナ戦略港湾毎の 2014 年の北米航路の輸送サービス数の内訳を示す。北米航路全体は、アジアの港湾と北米の港湾の両方に寄港している輸送サービスを示している。ウィークリーサービス以外の、マンスリーサービス等はその他のサービスとしている。換算値は、マンスリーサービス等を1週間当たりの寄港隻数に換算し、ウィークリーサービスの数と足した値である。1週間あたりに平均して何隻寄港することになるかという値であり、政策目標の値に対して満たしているかどうかを判断するために利用した。国際輸送ハンドブック⁽¹⁵⁾のデータを用いて作成した。

表 7.11 国際コンテナ戦略港湾における北米航路の輸送サービス数

港湾		政策目標	北米航路全体	ウィークリーサービス	その他のサービス	※換算値	目標との差
京浜港	東京	7	12	11	1	11.7	4.7
	横浜	7	16	9	7	12.3	5.3
	川崎	7	2	0	2	1.2	-5.8
阪神港	大阪	7	6	3	3	4.4	-2.6
	神戸	7	12	8	4	10.1	3.1

北米航路において東京港に寄港する全ての輸送サービス数は12個であり、そのうちウィークリーサービスは11個、その他のサービスは1個であった。1週間当たりの寄港隻数の換算値は11.7個となっている。同様に、横浜港に寄港する全てのサービス数は16個であり、そのうちウィークリーサービスは9個、その他は7個であった。1週間当たりの寄港隻数の換算値は12.3隻となっている。このことから、東京港、横浜港においては2014年において北米基幹航路のデイリー寄港は満たしていることになる。しかし、川崎港は1週間あたりの寄港隻数が1.2隻、そして大阪港においても1週間あたりの寄港隻数が4.4隻となっており、政策目標であるデイリー寄港を満たしていない。

そこで、7.4.2 項で行った検討を用いて、政策目標であるデイリー寄港を実現するための、川崎港、大阪港での必要貨物量の推定を行う。検討では東アジアと北米西岸を結ぶ航路を対象として行っていたため、東アジアと北米西岸を結ぶ航路の寄港誘致を行う場合の検討とする。また、川崎港、大阪港に寄港する輸送サービスにおいて船型のデータの欠如が見られたため、各港湾に寄港する船型の平均値を算出して補った。コンテナ取扱量は7.4.2 節と同様に各港湾で計算を行い、算出した。政策目標を達成するために必要な貨物量を計算する際、川崎港では輸送サービスの年間輸送能力5.8個分、大阪港では輸送サービスの年間輸送能力2.6個分を足している。計算時は、川崎港、大阪港に寄港する輸送サービスの1サービス当たりの年間輸送能力の平均値を東京港、横浜港の1サービス当たりの年間輸送能力とし、計算を行った。

川崎港、大阪港における年間輸送能力とコンテナ取扱量の関係を図 7.7 に示す。また、年間輸送能力に対する東京港・横浜港のコンテナ取扱量と政策目標に対するコンテナ取扱量の不足量を表 7.12 に示す。

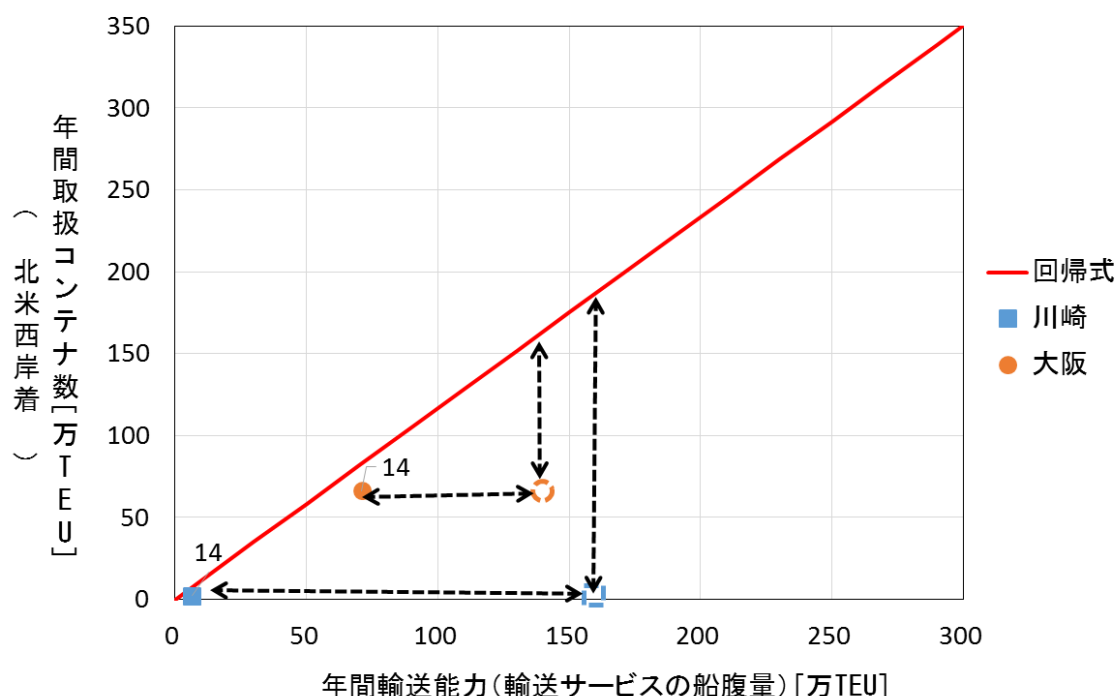


図 7.7 川崎港、大阪港における年間輸送能力とコンテナ取扱量の関係

表 7.12 年間輸送能力に対する東京港・横浜港のコンテナ取扱量と政策目標に対するコンテナ取扱量の不足量

港湾	年間輸送能力 [TEU]	コンテナ取扱量 [TEU]	回帰式の量 [TEU]	不足量 [TEU]	割合
川崎	1595168	21025	1862238	1841213	1%
大阪	1396516	663800	1630326	966527	41%

図 7.7 より、川崎港はコンテナ取扱量、年間輸送能力ともに値が小さいことが分かる。また、デイリー寄港を達成するためには大幅にコンテナ取扱量を増加させなければならぬことが分かる。表 7.12 から、デイリー寄港を実現するために必要なコンテナ取扱量に対し、大阪港では 41% しか満たしておらず、2014 年時点で 2 倍以上のコンテナ取扱量にしなければ東アジア諸港の港湾の平均的なコンテナ取扱量にならない。川崎港においては、1% となっており、デイリー寄港を達成することはほぼ厳しいと考えられることが分かる。

現状デイリー寄港を満たしている港湾においても、東アジア諸港の港湾の平均的なコンテナ取扱量から見て、現状維持ではなくコンテナ取扱量を増やしていかなければならない。実際に、2014 年の横浜港の取扱量は 2880029TEU であり、2015 年（速報値）では 2787296TEU となっており、92733TEU 減少している⁽²²⁾。東アジア諸港の平均的なコンテナ取扱量から離れるほど、輸送サービスを維持することが厳しいことになることが考えられる。

8. 減速航海への応用

8.1 減速航海の背景

本研究で作成したモデル式を応用し、2008 年のリーマンショック後の原油価格高騰時（2013 年前後）に、なぜ減速航海が可能であったかを考察する。

世界のコンテナ荷動き量と船腹量の推移、待機船腹量の推移を図 8.1、図 8.2 に示す。使用した値は「世界のコンテナ輸送と就航状況⁽²³⁾」より引用した。

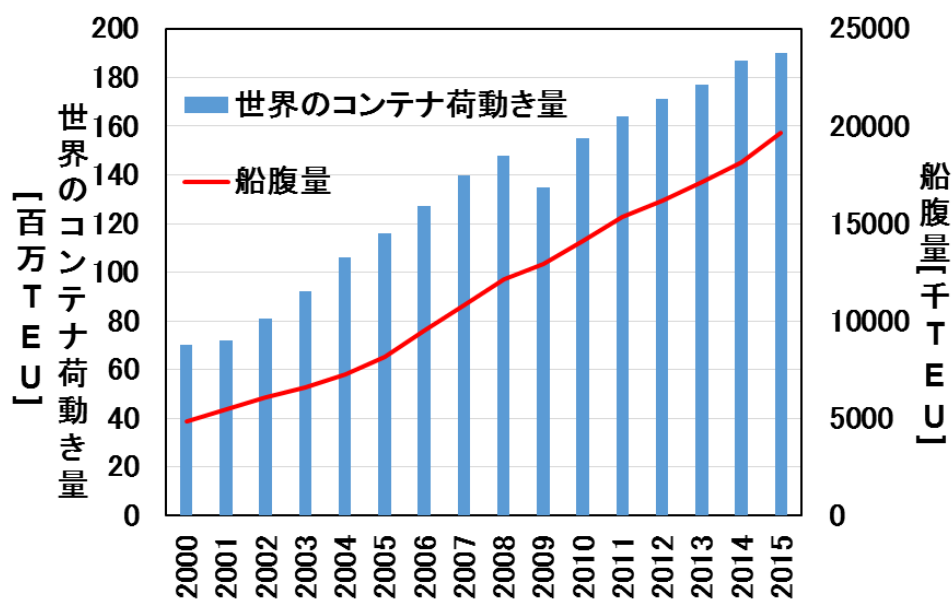


図 8.1 世界のコンテナ荷動き量と船腹量の推移

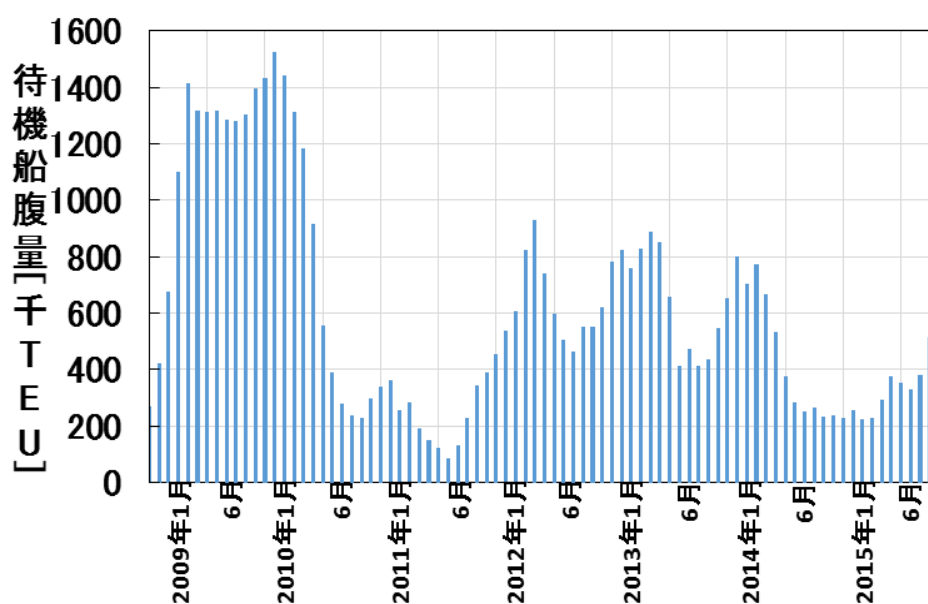


図 8.2 待機船腹量の推移

図 8.1 に示すようにリーマンショック以降、荷動きが減少したが、船腹量は増加を続けていた。その結果、図 8.2 に示すようにリーマンショックの直後に、急激な待機船腹量の増加が見られる。その後、荷動き量の回復とともに待機船腹量が減少しているが、新たな船会社間におけるアライアンスの締結や輸送サービスの統廃合が進められ、原油価格が高騰した 2013 年当時は待機船腹量が高い水準で推移していた。このことから、コンテナ船が余っていたことがわかる。

8.2 減速航海と 1TEU 当たりの輸送費用の関係

以上の状況を踏まえ、当時の減速航海の可能性について考察する。まず、減速航海による 1TEU 当たりの輸送費用に与える影響について図 8.3 に示す。図中の青色の実線は、輸送サービス単独で見た場合で、赤色の破線は、船会社のコンテナ船事業全体からの視点で、余分に船舶を 1 隻保有していた場合の輸送費用の変化を表している。

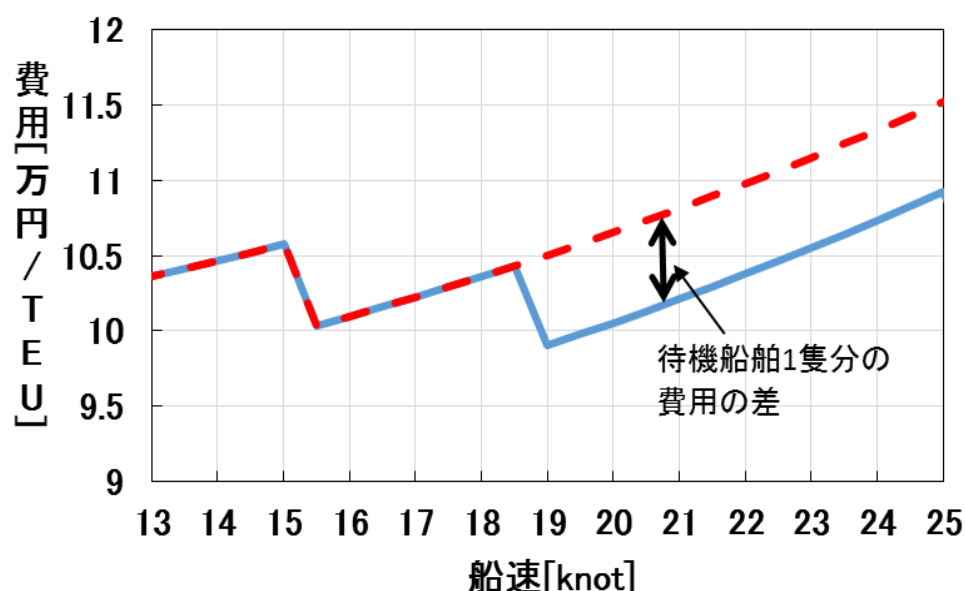


図 8.3 減速航海時の船速毎の輸送費用の変化

図 8.3 より、減速により燃料費が削減されるために 1TEU 当たり輸送費用が低減していることが分かる。しかし、減速は航海時間の増加を伴うことからウィークリーサービスを維持するためにある一定まで減速すると隻数の増加を伴う。このため、新規船舶の投入が必要となり 1TEU 当たりの輸送費用が増加してしまう。しかし、コンテナ船事業全体から見ると、余分に船舶を 1 隻保有していた場合においては、図中に示すように元々 1 隻分費用が多くなっているが、減速を進めていった時に 19 ノットから 18.5 ノットに減速した場合、新たにコンテナ船を投入する必要は無く、待機船舶を活用すればよいので隻数の増加の影響による輸送費用の増加の影響が無い。

以上の検討を踏まえ、2008 年のリーマンショック後に注目されていた減速航海について検討を行う。

リーマンショック以降、荷動き量が回復し待機船舶は一時的に縮小したが、2012 年の欧州の景気後退により再び増加した。原油価格の高騰の影響を受けてコンテナ船事業は大きな赤字となっており、その赤字の縮小として減速航海が行われていた。実際に、各船社はリーマンショック前まではコンテナ船の運航速度は 24 ノットが当然であったが、減速航海を行い 18～20 ノットまで速度を落としていた。原油価格が高騰していた当時は待機船腹量が多かったことから図 8.3 に示す赤色の破線のような費用削減が行われていたと考えられる。

9. おわりに

9.1 本研究のまとめ

本研究では、近年、大型コンテナ船が就航する基幹航路の寄港回数が減少している原因を明らかにすることを目的として検討を行った。そして、北米航路を対象に、輸送サービスを構成するコンテナ船の船型、隻数、航海距離、寄港回数等の構成要素間の関係から、1 サイクル時間を推計するモデル式を構築し、輸送サービスにおける必要隻数及び 1TEU 当たり輸送費用との関係を明らかにした。この結果、次のようなことが分かった。

- (1) コンテナ船の大型化は、荷役時間の増加のほか、船速の変化によって航海時間に影響を与え、その結果として 1 サイクル時間に影響することがわかった。具体的には、5600TEU までは船速が速くなることにより航海時間が短縮されるために、荷役時間の増加が相殺され、1 サイクル時間への影響はほとんどない。しかし、船型が 5600TEU より大きくなると船速はほぼ一定になるために、荷役時間の増加の影響により 1 サイクル時間は増加し、その結果としてウィークリーサービスを満たすために、必要隻数が増加することが分かった。
- (2) 以上の(1)の結果から、1TEU 当たりの輸送費用で見た場合には、必ずしも船型の大型化による費用の削減効果が得られないことが明らかとなった。したがって、近年のコンテナ船の大型化に伴う基幹航路における寄港回数の減少は、必要隻数の増加に伴う費用の増加が原因であることが分かった。具体的な寄港回数の削減は、北米航路における基幹航路では、船型が 6000TEU を超えるあたりから、1200~1400TEU 程度船型が大きくなる度に寄港回数を 1 回削減する必要がある。

次に、構築したモデル式を用いて基幹航路を対象に寄港誘致の可能性について検討した結果から、次のようなことが分かった。

- (3) 基幹航路を対象に新たに寄港誘致を行うためには、隻数の増加が必要となり、1TEU 当たり輸送費用の増加となることが分かった。また、この原因として、航海時間の増加と入出港時間の増加があるが、入出港時間の増加が 1 サイクル時間の増加の 9 割と大部分を占めていることが分かった。
- (4) 次に、隻数の増加を伴わない基幹航路の寄港について検討した結果、1 サイクル時間を 16.2%削減できれば寄港が可能であることが分かった。このことから寄港誘致策として輸送サービスにおける時間の削減という観点からの取り組みも重要であることが分かった。特に、1 サイクル時間に占める構成比率から僅か 2%程度の荷役時間よりも 40%程度を占める入出港時間の短縮に取り組むことが有効であることが分かった。もっぱら既存研究においては荷役に関する研究が多く、今後の課題といえる。

また、輸送サービスを構成する時間の要素の他に、アジア諸港の港湾と東京港、横浜港のコンテナ取扱量を比較し、寄港誘致のための目標とすべき貨物集貨量を求めた。結果、次のようなことが分かった。

- (5) 港湾における輸送サービスの年間輸送能力が増加するほど、コンテナ取扱量が増加する傾向があることが分かった。東アジア諸港の港湾から求めた回帰分析結果から、輸送サービスを 1 つ増加させるためには、東京港では約 103 万 TEU、横浜港では約 33 万 TEU のコンテナ取扱量の集荷が必要であることが分かった。また、寄港する輸送サービスの平均船型の大型化が、2014 年の平均船型まで大型化した場合、東京港では約 122

万 TEU、横浜港では約 49 万 TEU のコンテナ取扱量の集荷が必要であることが分かった。

(6) 国際コンテナ戦略港湾政策の目標である北米航路のデイリー寄港に対し、現状では川崎港が 1 週間当たり 5.8 隻、大阪港では 2.6 隻の寄港が不足していることが分かった。北米西岸に寄港する航路を寄港誘致し、デイリー寄港を達成するためには大阪港では現在の 2 倍以上のコンテナ取扱量が必要であり、川崎港では実現が厳しい目標となっていることが分かった。

以上の(1)～(6)から、今後取り組んでいかなければならない課題として以下のことがあると考えられる。

- ・コンテナターミナルの効率化と同時に、入出港の効率化の検討を行う
- ・国際コンテナ戦略港湾におけるコンテナ貨物の集荷の一層の強化

入出港の効率化については、現状の国際コンテナ戦略港湾政策においては言及されていないため、今後取り組んでいくべき重要な課題である。

最後に、構築したモデルの応用として、減速航海による 1TEU 当たり輸送費用に与える影響について検討した。その結果、次のことが分かった。

(7) 減速により燃料使用量が削減されるため、1TEU 当たり輸送費用が低減している。しかし、その一方で 1 サイクル時間が増加するため、19 ノット以下となると必要隻数が増加し、結果として 1TEU 当たり輸送費用が増加することが分かった。したがって、リーマンショック後の原油価格高騰時（2013 年前後）に、船速を 18～20 ノットまで落とすことが出来たのは、待機船腹量が多く、輸送費用の増加を考慮することなく増隻が可能であったためであるということが分かった。

9.2 今後の課題

・研究範囲の拡大

本研究では、コンテナ船の基幹航路における寄港回数の減少の原因や、寄港誘致対策に関する具体的な目標値の検討等を行ってきた。しかし、本検討では東アジアと北米西岸を結ぶ航路のみを分析の対象としていたため、傾向や考慮すべき条件の異なる他の航路へのモデルの適用を考えることが難しいことが挙げられる。

・データの精度の向上

本研究では、コンテナ取扱量を求める際、統計上の割合から計算を行い求めている。そのため、必要な集荷量を求める際には大まかな値となってしまう。よって、政策における目標値を定めるときは、より正確な値を用いて値を算出する必要がある。

・1 サイクル時間の検討要素の細分化

本研究では、コンテナ船が輸送サービスを1周する時間を1サイクル時間とし、荷役時間、入出港時間、航海時間と3つに分けた。それぞれ、船型、寄港回数、航海距離に比例するとしていたが、より項目を細分化することで政策における施策の検討を行う場合に役立つものとなる。例えば、本研究では、入出港時間の短縮が必要であるとわかったが、具体的には入出港にかかるどの工程を改善できそうか等の検討が行えると、より具体的な施策となる。

謝辞

研究及び論文作成にあたり、多大なご指導・ご鞭撻をいただきました、黒川久幸教授に深くお礼申し上げます。また、お忙しい中お世話をしてくださいました、黒川研究室の大学院の先輩方や OB・OG の方々、共に研究に励んだメンバーに感謝いたします。

参考文献

- (1) 国土交通省港湾局港湾経済課：国際コンテナ戦略港湾政策について，http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12602000-Seisakutoukatsukan-Sanjikanshitsu_Roudouseisakutantou/0000030734.pdf
- (2) 国土交通省：わが国経済の活性化に向けたスーパー中枢港湾のあり方，国土交通省，2002.
- (3) 国土交通省：国際コンテナ戦略港湾政策推進委員会最終とりまとめ，国土交通省，2014.
- (4) 小泉哲也，渡部富博，鈴木恒平：海外の超大型のコンテナターミナル整備動向に関する基礎的分析，土木学会論文集，Vol. 67, No. 2, 2011.
- (5) 小野憲司：近年の国際海上コンテナターミナル競争力強化策とその評価，運輸政策研究，Vol. 19, No. 2, p. 15-24, 2006.
- (6) 赤倉康寛，安部智久，神波泰夫：日本に寄港するコンテナ船の航路別の将来船型の試算，運輸政策研究，Vol. 17, No. 1, pp. 24-35, 2014.
- (7) 西村悦子，今井昭夫：メガシップ対応におけるヤードトレーラーのルーチングに関する研究，日本航海学会誌，No. 159, 90-94, 2004.
- (8) 竹内玲：港湾の特徴からみる我が国の港湾政策に関する考察 コンテナ拠点港湾政策を中心として，東京海洋大学修士論文，2013.
- (9) 川口義弘：調達物流における荷主在庫を考慮した定期輸送サービスの検討，東京海洋大学修士論文，2006.
- (10) 花岡伸也：寄港パターンを考慮したメガシップ就航可能性の検討，日本航海学会誌，第 159 号，pp. 28-34, 2004.
- (11) 花岡伸也，石黒一彦，小坂浩之，赤倉康寛：船社別寄港パターンを考慮した超大型コンテナ船就航可能性の検討，土木計画学論文集，Vol. 21, No. 3, pp. 751-758, 2004.
- (12) 黒川久幸，増森大輔：船社経営から見たメガシップの就航，日本航海学会誌，第 159 号，pp. 22-27, 2004.
- (13) 財務省：第 11 回輸入通関手続の所要時間調査集計結果，https://www.mof.go.jp/customs_tariff/trade/facilitation/ka20160609b.pdf
- (14) 国土交通省：国際コンテナ戦略港湾政策の概

要, <http://www.mlit.go.jp/common/001124641.pdf>,
<http://www.mlit.go.jp/common/001125138.pdf>

- (15)国土交通省：『国際コンテナ戦略港湾政策』（政策レビュー結果）, p. 73-79, 2016.
- (16)株式会社 オーシャンコマース：2005、2008、2011、2014 年版 国際輸送ハンドブック, p. 282-318, p. 302-329, p. 188-215 p. 184-212.
- (17)黒川久幸, 鶴田三郎, 嶋邦彦:海上コンテナ輸送ネットワークの設計に関する研究-東・東南アジアを中心として-, 日本航海学会論文集, No. 101;p. 259-269, 1999.
- (18)日本港湾協会港湾政策研究所：コンテナ貨物量上位 100 港の一覧表, https://www.phaj.or.jp/distribution_2016/earth/top100.html
- (19)株式会社商船三井 営業調査室：定航海運の現状 2008, p54, 2008 年 11 月 30 日発行
- (20)日本海事広報協会：SHIPPING NOW[データ編] 2010-2011, p. 9 2012-2013, p. 9 2016-2017, p. 35
- (21)国土交通省 国土技術政策総合研究所：東アジア・北米間輸送を中心とした北米大陸における国際貨物の背後流動に関する分析, p. 39, <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0191pdf/ks0191.pdf>
- (22)国土交通省：港湾別コンテナ取扱貨物量一覧, <http://www.mlit.go.jp/common/001138818.pdf>
- (23)一般社団法人 日本海運集会所：世界のコンテナ船と就航状況 2015 年版, p. 4, 17, p34